



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**  
**ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA**

**VALORES REALES VS PREDICTIVOS DE FRECUENCIA CARDÍACA  
MÁXIMA EN ADOLESCENTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA REPÚBLICA DEL  
ECUADOR. CUENCA. 2016.**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN TERAPIA FÍSICA

**AUTORAS:**

MERCY TERESA LEMA GUAMÁN

C.I: 0302496096

VALERIA ADRIANA VINTIMILLA ESPINOZA

C.I: 0106436975

**DIRECTORA:**

MGTR. VIVIANA CATALINA MÉNDEZ SACTA

C.I: 0104666995

**ASESOR:**

MGTR. ROBERTO PAULINO AGUIRRE CORNEJO

C.I:0103218418

CUENCA - ECUADOR

2017



## RESUMEN

**Antecedentes:** La Frecuencia Cardíaca Máxima (FCM) puede obtenerse mediante una prueba de esfuerzo o fórmulas predictivas. Entre las fórmulas que se destacan está la de Tanaka et al (2001) por su precisión en adultos sanos. En los adolescentes la FCM presenta un patrón diferente debido a las diferencias morfofisiológicas. Por lo que hace falta conocer si los valores obtenidos con esta ecuación son semejantes a los que se obtienen en adolescentes mediante una prueba de esfuerzo (Test de Cooper).

**Objetivo:** Comparar los valores reales vs predictivos de frecuencia cardíaca máxima en adolescentes de la Unidad Educativa República del Ecuador. Cuenca, 2016.

**Metodología:** Estudio analítico de corte transversal, realizado en 169 adolescentes aparentemente sanos de la Unidad Educativa República del Ecuador. Se aplicó una prueba de esfuerzo, registrándose la frecuencia cardíaca máxima al finalizar. Utilizamos tablas cruzadas y ANOVA para encontrar la relación entre la FCM y las variables de edad, género y nivel de actividad física, y la Correlación de Pearson con un nivel de significancia de 0,05 para saber si los valores de frecuencia cardíaca máxima real (FCMR) y Frecuencia Cardíaca Máxima Teórica (FCMT) generados a partir de la fórmula de Tanaka et al (2001) son estadísticamente significativos.

**Resultados:** Se obtuvo una media de 203,91 lpm (12,68DS) para la FCMR y de 198,36 lpm (1,31DS) para la FCMT, con una significancia de  $0,107 > 0,05$  que establece que los valores no son estadísticamente significativos, rechazando la hipótesis planteada.

**Conclusiones:** La fórmula de Tanaka et al (2001) es utilizada para obtener valores predictivos de FCM en adultos sanos, pero al utilizarla en adolescentes los resultados no muestran significancia estadística.

**PALABRAS CLAVES:** FRECUENCIA CARDIACA MAXIMA, ADOLESCENTES, FORMULA DE TANAKA, TEST DE COOPER.



## ABSTRACT

**Background:** The Maximum Heart Rate (MHR) can be obtained through an exercise test or predictive formulas. Tanaka et al (2001) is among the highlighted formulas. In adolescent population, the MHR shows a different pattern, being as it does not decrease like in the adult population. Therefore it is necessary to know if the values expected according to this equation are similar to those reached in adolescents through an exercise test (Cooper's test).

**Objective:** To compare the MHR values expected according to Tanaka et al (2001) with the MHR reached through an exercise test in the adolescent population of the "República del Ecuador" school. Cuenca, 2016.

**Methodology:** Analytical cross-sectional study, performed with 169 apparently healthy adolescents of the "República del Ecuador" school. An exercise test was applied, recording the maximum heart rate at the end. Cross boards and ANOVA were used to find the relation between the MHR and age, gender and physical activity level; and statistical probability by Pearson index with a value 0,05 to know if the values of MHR and MHR predicted are statistically significant.

**Results:** The values obtained with the Tanaka et al (2001) formula and those reached in the exercise test have not statistical significance in the adolescents of the "República del Ecuador" school, denying the exposed hypothesis.

**Conclusions:** Tanaka's formula is used to obtain predictive values of MHR in adults, but when used in adolescents the results are not statistically significant.

**KEY WORDS:** MAXIMUM HEART RATE, ADOLESCENTS, TANAKA'S FORMULA, COOPER'S TEST.



**CONTENIDO**

RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
ABREVIATURAS .....	5
CAPITULO I.....	13
INTRODUCCIÓN .....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
JUSTIFICACIÓN .....	16
CAPITULO II.....	17
FUNDAMENTO TEÓRICO.....	17
CAPITULO III.....	28
HIPÓTESIS.....	28
OBJETIVO GENERAL .....	28
CAPITULO IV .....	29
DISEÑO METODOLÓGICO.....	29
MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	29
PROCEDIMIENTOS .....	30
CAPITULO V .....	32
RESULTADOS.....	32
CAPITULO VI .....	45
DISCUSIÓN .....	45
CAPITULO VII .....	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	47
CAPITULO VIII .....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
BIBLIOGRAFÍA .....	57
CAPITULO IX .....	66
ANEXOS .....	66



**ABREVIATURAS**

ESANUT: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición

FCM: Frecuencia Cardíaca Máxima

FCMR: Frecuencia Cardíaca Máxima Real

FCMT: Frecuencia Cardíaca Máxima Teórica

IMC: Índice de Masa Corporal

LDL: Lipoproteínas de baja densidad

LPM: Latidos Por Minuto

OMS: Organización Mundial de la Salud

UE: Unidad Educativa

VLDL: Lipoproteínas de muy baja densidad.



## **DERECHOS DE AUTOR**

Yo, Mercy Teresa Lema Guamán autora del proyecto de investigación “VALORES REALES VS PREDICTIVOS DE FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA EN ADOLESCENTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA REPÚBLICA DEL ECUADOR. CUENCA, 2016.” reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c, de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Licenciada en Terapia Física. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 21 de abril de 2017.

Mercy Teresa Lema Guamán

C.I: 0302496096



## **DERECHOS DE AUTOR**

Yo, Valeria Adriana Vintimilla *Espinoza* autora del proyecto de investigación “VALORES REALES VS PREDICTIVOS DE FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA EN ADOLESCENTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA REPÚBLICA DEL ECUADOR. CUENCA, 2016.” reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c, de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Licenciada en Terapia Física. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 21 de abril de 2017.

Valeria Adriana Vintimilla Espinoza

C.I: 0106436975



**PROPIEDAD INTELECTUAL**

Yo, Mercy Teresa Lema Guamán autora del proyecto de investigación “VALORES REALES VS PREDICTIVOS DE FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA EN ADOLESCENTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA REPÚBLICA DEL ECUADOR. CUENCA, 2016.”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 21 de abril de 2016.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Mercy Teresa Lema Guamán", written over a horizontal line.

Mercy Teresa Lema Guamán

C.I: 0302496096





## **PROPIEDAD INTELECTUAL**

Yo, Valeria Adriana Vintimilla Espinoza autora del proyecto de investigación “VALORES REALES VS PREDICTIVOS DE FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA EN ADOLESCENTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA REPÚBLICA DEL ECUADOR. CUENCA, 2016.”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 21 de abril de 2016.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Valeria", is written over a horizontal line.

Valeria Adriana Vintimilla Espinoza

C.I: 0106436975



## **AGRADECIMIENTO**

A Mgst. Viviana Méndez y Mgst. Roberto Aguirre por compartir su tiempo y conocimientos con nosotras.

A los directivos, personal docente y alumnado de la Unidad Educativa República del Ecuador, en especial al área de Educación Física por su apoyo y colaboración.

“Gracias a la vida...”



## **DEDICATORIA**

A mi gran familia, por todos los momentos compartidos. Los amo.

**Mercy L G.**



## **DEDICATORIA**

Después de todo el tiempo que he dedicado, por fin puedo decir que ha valido la pena, y dedico mi esfuerzo a mis padres que siempre me ayudaron en este largo camino, a Ismael que estuvo a mi lado dándome la mano y sobre todo a mi pequeña Valentina que me ha dado la fuerza para lograrlo.

**Valeria V.**



## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

Durante las últimas décadas el desarrollo creciente de la tecnología le ha permitido un sinnúmero de comodidades a la humanidad, pero el uso indiscriminado de la misma ha repercutido sobre su salud acrecentando los factores de riesgo para padecer enfermedades derivadas del sedentarismo (6, 7). Esto afecta particularmente a la población adolescente, pues en esta etapa se vuelven más vulnerables a adoptar estilos de vida nocivos, siendo el sedentarismo y los hábitos tóxicos los principales factores que amenazan su salud (8). Este contexto ha producido el incremento de la incidencia de obesidad, sobrepeso y patologías cardiorrespiratorias que afectan el desenvolvimiento normal de un adolescente en su entorno (9, 10).

Para contrarrestar esta situación, en nuestro país se han implementado programas de actividad física más amplios dentro de escuelas y colegios, como una forma de prevenir el impacto de estos factores de riesgo (11, 12). Por otro lado, cuando estas patologías ya se han presentado, dentro de los planes de tratamiento se contempla la prescripción de ejercicio físico. En estas dos situaciones es muy importante dosificar el ejercicio de manera correcta para no poner en riesgo al paciente y aprovechar de manera óptima sus beneficios. Para esto se utilizan varios datos obtenidos del paciente, dentro estos la Frecuencia Cardíaca Máxima (FCM) ha sido la más utilizada por su sencillez y facilidad de obtención, ya sea a base de una prueba de esfuerzo o mediante ecuaciones predictivas, siendo esta última la forma más utilizada (13).

Sin embargo, diversos estudios manifiestan la falta de precisión de las ecuaciones, sobre todo de la más antigua y utilizada,  $FCM=220-\text{edad}$ , de la cual no se conoce ni el autor ni la forma en la que fue desarrollada (14). Otras ecuaciones como la de Tanaka et al (2001) han demostrado ser más eficaces en poblaciones jóvenes y adultos sanos, pero se desconocen fórmulas desarrolladas en base a una muestra de adolescentes (1, 2, 3, 15). Por lo que consideramos importante comparar los resultados obtenidos con esta fórmula, con los datos reales de una población adolescente y conocer si existe significancia estadística.



## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la adolescencia se presentan varios factores de riesgo que aumentan la morbimortalidad de este grupo etario, incrementando los ingresos hospitalarios (10). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), entre las diez principales causas de morbilidad del adolescente están: la infección de vías respiratorias inferiores, accidentes de tránsito y el asma (8). Según la información obtenida en el Texas Heart Institute “el 3% de los niños en EEUU sufre de presión arterial alta, al menos el 15% de los niños tienen niveles elevados de lipoproteínas de baja densidad (LDL), más de 3.6 millones de estudiantes de la escuela media y secundaria fuman, y entre el 16 y 33% de niños y adolescentes son obesos” (16). En nuestro país las causas de morbilidad son semejantes, a esto se suma la creciente tasa de obesidad y sobrepeso con el 26% a nivel nacional y una prevalencia del 35% en la provincia del Azuay, con tendencia creciente según el INEC (9), lo cual hace a esta población más vulnerable.

Como parte del manejo de estos problemas, tanto en el campo de la prevención como en el aspecto clínico, la OMS recomienda la actividad física pues realizada de manera regular “reduce el riesgo de hipertensión, cardiopatía coronaria, accidente cerebrovascular, diabetes, cáncer de mama y de colon, depresión; mejora la salud ósea y funcional, es un determinante clave del gasto energético, y es por tanto fundamental para el equilibrio calórico y el control del peso” (17). Por otra parte, es importante mencionar que la actividad física no controlada conlleva riesgos músculo-esqueléticos, cardiovasculares, etc. para quienes la practican; por lo que es necesario contar con herramientas confiables y precisas para la evaluación del paciente y dosificación del ejercicio específicamente en adolescentes (13, 18, 19).

La frecuencia cardíaca máxima es una medida muy utilizada en la evaluación física y prescripción de ejercicio debido a su sencillez, pues se puede obtener mediante una prueba de esfuerzo o sencillamente con el uso de fórmulas predictivas (1). La fórmula más utilizada es  $FCM = 220 - \text{edad}$ , sin embargo, de esta se desconoce su autor y los estudios de Robergs y Tanaka et al (2001) afirman que no es precisa en ningún grupo etario; por lo que se han desarrollado más de 50 fórmulas tomando en cuenta características como la edad, sexo y patologías de base. Para personas sanas existen fórmulas como la de Tanaka et al (2001) que han presentado una



## **Universidad de Cuenca**

buena correlación con los valores reales según los estudios de Bouzas, Marins y Machado (1, 2, 14, 15). Por lo que mediante este estudio se busca conocer si los valores de Frecuencia Cardíaca Máxima Teórica (FCMT) son estadísticamente significativos en relación a los valores de Frecuencia Cardíaca Máxima Real (FCMR) obtenidos en una prueba de esfuerzo, en adolescentes aparentemente sanos, de la Unidad Educativa República del Ecuador. Cuenca, 2016.



## **JUSTIFICACIÓN**

Durante la adolescencia disminuye el nivel de actividad física debido a la atracción de los video-juegos, la televisión y las computadoras, lo que aumenta los factores de riesgo para sufrir problemas cardiorrespiratorios (6, 7). Aunque no se tienen datos exactos sobre jóvenes con estos problemas en nuestro país, los estudios realizados por Yépez et al y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) determinan que la incidencia de niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad ha aumentado significativamente, siendo un problema que afecta la salud de este grupo etario (9, 20).

En nuestro país, en coherencia con el Plan Nacional del Buen Vivir, se han creado varios programas para promover la actividad física, como eventos atléticos, bailoterapias, implementación de máquinas para ejercicio físico en los parques, construcción de ciclo vías, etc. (21). Además, en las instituciones educativas se destinan horas exclusivas para realizar actividad física (11, 12). Sin embargo, el inadecuado ejercicio físico también puede ser perjudicial para la salud, el entrenamiento intenso incrementa el riesgo de muerte súbita y causa un sin número de lesiones (18, 22). Para evitar estos problemas una forma sencilla de dosificar la actividad física es obteniendo la FCM, tanto para el entrenamiento en personas sanas como en el ámbito clínico (2). Mediante esta investigación se contribuirá en el aspecto científico, obteniendo la significancia estadística entre los valores reales de FCM y los valores obtenidos con la fórmula de Tanaka et al (2001) en adolescentes aparentemente sanos de la Unidad Educativa República del Ecuador, y conocer si puede utilizarse como una herramienta para la dosificación correcta de ejercicio físico en esta población, sobre todo dentro de las instituciones educativas. En el aspecto social, se contribuirá al estudio de una herramienta que ayude en la prevención de lesiones asociadas a la incorrecta dosificación de ejercicio físico, como complicaciones de tipo cardiovascular: soplos cardíacos, arritmias, problemas cerebro-vasculares o muerte súbita por ejercicio; alteraciones de tipo inmunológico, aumento de radicales libres, lesiones músculo-esqueléticas, afecciones respiratorias, síndrome de sobreentrenamiento, obsesión o dependencia al ejercicio (22, 23). De esta manera se beneficiarán tanto los adolescentes como los profesionales que trabajan con ellos en el ámbito clínico, preventivo y deportivo.





## **CAPITULO II**

### **FUNDAMENTO TEÓRICO**

#### **ESTADO DE SALUD DE LA POBLACIÓN ADOLESCENTE**

De acuerdo al fondo de población de las Naciones Unidas casi el 25% de la población mundial son jóvenes de 10 a 24 años y en nuestro país el 21% de la población son adolescentes de 10 a 19 años (24, 25). Alrededor del mundo se han realizado estudios sobre el estilo de vida de los adolescentes y su impacto en la salud a corto y largo plazo, siendo el sedentarismo uno de los principales factores de riesgo, pues algunos estudios han concluido que la influencia de la sedestación prolongada puede provocar una pérdida de la estimulación contráctil, lo cual genera una disfunción de la regulación de la enzima lipoproteinlipasa, las concentraciones de glucosa, triglicéridos y ácidos grasos libres se incrementan generando un exceso de radicales libres que desencadenan una cascada de inflamación, disfunción endotelial, hipercoagulabilidad y aumento de actividad simpática (26, 27).

Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2011-2013 (ESANUT) en Ecuador, el 20,3% de adolescentes ecuatorianos estuvieron expuestos entre 2 y 4 horas diarias a ver televisión, videojuegos, e internet; las mujeres entre 15 y 18 años reportan proporciones de 4 horas o más que los hombres. Más de un tercio (34%) de los adolescentes son inactivos, el 38,1% es irregularmente activo y menos de 3 de cada 10 son activos. Las adolescentes son inactivas en mayor proporción que los hombres. La encuesta revela un cuadro preocupante de inactividad y sedentarismo en los adolescentes, situación que se incrementa con la edad, aumentando los factores de riesgo para enfermedades principalmente cardiovasculares como la hipertensión arterial (9). Al mismo tiempo, en Brasil, según un estudio realizado con 505 adolescentes, el 30% de los hombres y el 40% de las mujeres refirieron no realizar actividades con gasto de energía en el tiempo libre; la práctica de actividad física mayor o igual a 3 veces por semana fue notoriamente relacionada al sexo masculino (28). Un estudio transversal, realizado en México, con 1309 adolescentes reveló una relación directa entre las escasas horas de actividad física y el riesgo cardiometabólico (29). Así mismo, en Bogotá se realizó un estudio para analizar la relación entre el nivel de condición física y el



estado de salud en niños y adolescentes, donde se presentó una relación inversa entre la condición física aeróbica y el índice de masa corporal. Aproximadamente dos tercios de los participantes tuvieron un nivel de capacidad física aeróbica indicativo de riesgo cardiovascular futuro (30).

### **Sobrepeso y obesidad**

Entre las principales consecuencias del sedentarismo se encuentran el sobrepeso y la obesidad cuya prevalencia nacional en adolescentes es del 26%, siendo mayor en los adolescentes de 12 a 14 años (27%) y de 15 a 19 años (24,5%), estos datos se correlacionan con los índices de malos hábitos alimenticios y sedentarismo (9), esto se debe a que la combinación de estos dos factores produce un desequilibrio entre ingesta y gasto energético. Así, los lípidos procedentes de la dieta son transportados al tejido adiposo como lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) cuyos triglicéridos son hidrolizados en los capilares endoteliales e introducidos en el adipocito, a medida que se acumulan lípidos en el adipocito este se hipertrofia y en el momento en el que la célula ha alcanzado su tamaño máximo se forman nuevos adipocitos, estableciéndose la hiperplasia; cuando esta se ha desarrollado y se pretende adelgazar, disminuirán el tamaño de los adipocitos pero no su número. En la obesidad de temprano comienzo, durante la niñez o la adolescencia, este hecho tiene una relevancia especial, pues prima la hiperplasia sobre la hipertrofia, y como resultado es más difícil su control pues hay una tendencia a recuperar el peso perdido con gran facilidad, de ahí la importancia de la vigilancia estrecha en el peso de los niños y adolescentes (31).

La obesidad durante la niñez y adolescencia es una epidemia global que se ha triplicado desde 1980 y se encuentra entre las principales causas de muerte alrededor del mundo: en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Estados Unidos (NHNES 1999-2008) se pudo observar que el 17% de niños y adolescentes son obesos, y que hubo mayor significancia de un elevado índice de masa corporal y circunferencia abdominal en adolescentes, presentándose picos más altos en hombres México-americanos y mujeres en general (32, 33). En España un estudio transversal con 1317 niños y adolescentes de 2 a 16 años reveló que el 9,5% de ellos son obesos y el 22,4% tienen sobrepeso (34). Así también, en Rosario, Argentina, durante el 2013, el 15,5% de niños registró un peso superior para su



edad (35). Además, en México y Cuba estudios similares mostraron que esta población es vulnerable ante problemas como el sobrepeso y la obesidad (36, 37). De igual manera, en otros continentes, la reducción de actividad física sumada al aumento de la ingesta calórica ha convertido a la obesidad en niños y adolescentes en un tema de salud pública de gran importancia (38).

Los malos hábitos alimenticios asociados al sedentarismo afectan directamente al sistema cardiovascular, disminuyendo la resistencia y la capacidad aeróbica (29, 39). Este problema incrementa la carga de enfermedades no transmisibles pues contribuye con los riesgos de diabetes, enfermedad coronaria isquémica, accidente cerebro-vascular, cáncer y enfermedades inhabilitantes como la osteoartritis (40). Autopsias realizadas en adolescentes obesos revelan la presencia de estrías grasas y plaquetas fibrosas en la aorta y arterias coronarias, confirmando la presencia de arteroesclerosis temprana (41). Además otras investigaciones concluyen que los riesgos cardiovasculares tienen origen en edades tempranas y varían de acuerdo a la etnia (33, 42).

### **Hábitos tóxicos**

Por otra parte, en relación al consumo de sustancias tóxicas, la ESANUT recalca que es otro problema que ataca a la población adolescente ecuatoriana; el 14,5% de adolescentes de 10 a 19 años declara haber probado tabaco alguna vez en su vida, mientras que el 28,4% afirma haber fumado al menos un tabaco en el último mes (9). En otros países se presentan estadísticas similares, en España, por ejemplo, una revisión de 5 estudios representativos realizados en adolescentes, mostró que la prevalencia de fumadores diarios se sitúa en varones entre 8,5 y 13,3% y en chicas entre 12,7 y 16,4%. También, en dos ciudades de New Jersey se realizó un estudio en todos los colegios encontrando que la prevalencia de tabaquismo fue del 9% y que la mayoría de fumadores iniciaban el consumo antes de los 16 años (43). Por lo que podemos decir que el tabaquismo tanto activo como pasivo es un factor de riesgo para sufrir enfermedad cardiovascular en los adolescentes por efecto del monóxido de carbono y nicotina, a través de la inducción de un estado de hipercoagulación, aumento del trabajo cardíaco, vasoconstricción coronaria, liberación de catecolaminas, alteración del metabolismo de los lípidos y alteración de la función endotelial (44).



A diferencia del consumo de tabaco, el consumo de alcohol presentó resultados alarmantes entre los adolescentes de nuestro país. El 45,6% de adolescentes de 10 a 19 años declara haber consumido alguna vez bebidas alcohólicas, siendo más frecuente en los adolescentes de 15 a 19 años con el 71,7%, de este grupo el 30% presenta un consumo frecuente (9). Algo semejante ocurre en países como España que presentan índices altos de consumo, así lo confirma un estudio realizado en Lanzarote cuyos resultados muestran que el 69,2% de estudiantes de secundaria han probado alcohol alguna vez en su vida, siendo el 9,5% consumidores frecuentes (45). También en Lima, un estudio con 430 adolescentes reveló que el 43% de participantes eran consumidores frecuentes de alcohol y otras drogas (46); de igual forma en Argentina, dos de cada 10 adolescentes menores de 18 años presentan un abuso semanal de bebidas alcohólicas (47); y en Colombia, un estudio realizado con estudiantes de secundaria mostró que el 73,5% consumían alcohol frecuentemente (48).

En este sentido, es importante considerar que el alcohol es altamente tóxico, causa cambios en todo el cuerpo y en tejidos específicos, pues el consumo crónico e incluso dosis agudas, incrementan la excreción de nitrógeno con pérdida concomitante de tejido magro. Consecuentemente, produce cambios en el metabolismo proteico de probablemente todos los órganos, tejidos y sistemas, los mismos que tienen implicaciones profundas para toda la fisiología corporal, sobre todo las alteraciones en el perfil proteico en órganos como el corazón, tienen importantes implicaciones para la función cardiovascular y la morbilidad (49).

Por consiguiente, la situación mundial de los adolescentes presenta elevados factores de riesgo, especialmente para desarrollar enfermedades de tipo cardiovascular. En varios países latinoamericanos, estudios realizados entre 2000 y 2005 revelaron que la mayor prevalencia de riesgo cardiovascular eran los factores asociados al estilo de vida como los niveles de actividad física, hábitos nutricionales, consumo de sustancias tóxicas, y el control de sobrepeso y obesidad (50, 51, 52).



### Muerte súbita

Cuando los factores de riesgo anteriormente mencionados no están presentes, existen otros que ponen en peligro a los adolescentes que llevan un estilo de vida aparentemente adecuado, tal es el caso de la muerte súbita. Según la Fundación española del corazón, es el fallecimiento producido en la primera hora desde la aparición de los síntomas o el fallecimiento inesperado de una persona aparentemente sana en un lapso de 24 horas (53). En Estados Unidos aproximadamente 90 atletas jóvenes al año sufren muerte súbita, en un estudio se analizaron 158 casos de muerte súbita encontrando una media de edad de 17 años (54); así mismo, en Costa Rica entre 1985 y 1995 se realizaron autopsias a 33 casos de muerte súbita en deportistas que no presentaron ningún antecedente patológico, de los cuales 32 fueron hombres; el deporte de mayor prevalencia fue fútbol seguido de atletismo y natación (55). En España se analizaron 61 casos de los cuales cerca del 50% fueron menores de 30 años, presentándose como deporte prevalente el ciclismo seguido del fútbol (56). En el Ecuador no existen datos estadísticos completos debido a que no todos los deportistas están federados y muchas personas son “deportistas de fin de semana” (57); pero de acuerdo al último censo del INEC se encontró que 3 de cada mil ecuatorianos mueren a causa de este fenómeno (58), tal es el caso de un adolescente de 17 años quien falleció mientras jugaba un partido de entrenamiento en un equipo de fútbol ecuatoriano (59).

La muerte súbita tiene causas variadas, pudiendo llegar a ser esta el primer síntoma de una cardiopatía congénita, como anomalías de las arterias coronarias, síndromes arritmogénicos y valvulopatías en el 29% de los casos, las cuales pueden ser hereditarias (23, 54, 60). En Ecuador la prevalencia de cardiopatías congénitas es de 18,3 por cada 1000 nacidos vivos, siendo la anomalía de mayor prevalencia los defectos del tabique interventricular (61). Entre otras causas están las cardiomiopatías (28%), arritmias (11%) y aterosclerosis (10%), incluso se han presentado casos en pacientes con corazones sanos (0,27%) (54). La explicación en el caso de estos últimos se debería a las adaptaciones del sistema cardiorespiratorio que se llevan a cabo en los deportistas, como la hipertrofia ventricular izquierda severa (56). Un estudio realizado en 33 nadadores de Cuenca



- Ecuador reveló que el 27% de estos deportistas presentaba hipertrofia fisiológica del ventrículo izquierdo, y el 3% presentó extrasístoles ventriculares (62).

Es por estas razones que podemos afirmar que los adolescentes están predispuestos a sufrir alteraciones cardiovasculares que afectan su capacidad física, por lo que es importante contar con herramientas confiables y precisas que permitan hacer una correcta dosificación de la actividad física en este grupo. La FCM es una medida muy utilizada en la evaluación física y prescripción de ejercicio, entonces es necesario encontrar una forma rápida, sencilla y eficaz de determinar esta variable en este grupo etario.

### **FRECUENCIA CARDÍACA**

La frecuencia cardíaca puede verse modificada por varios factores, uno de los más importantes es la edad; en los niños la frecuencia cardíaca es más elevada que en el adulto, tanto en situación de reposo como al realizar esfuerzo físico. Esto es debido a que el volumen sistólico en el niño es menor debido al tamaño de su corazón, lo que hace que este lata más veces por minuto para aportar la suficiente sangre al organismo, y mientras va creciendo, aumenta el tamaño del corazón, lo cual produce adaptaciones como un aumento del volumen sistólico, con disminución de la frecuencia cardíaca, que terminará de establecerse en la edad adulta; entonces durante la adolescencia, debido a estas adaptaciones la frecuencia cardíaca es más alta que en los adultos (63). Así lo demostró una investigación realizada en España con 182 adolescentes donde se obtuvo valores hasta de 95 latidos por minuto (lpm) en situación de reposo (64).

Otro factor que influye en la frecuencia cardíaca es el género, esto puede deberse a que las estructuras corporales son diferentes en hombres y mujeres, en la mujer el corazón tiene menor tamaño, en relación a un menor tamaño de las estructuras corporales. De ahí que las mujeres en igualdad de condiciones, tengan frecuencias cardíacas siempre algo superiores que los hombres (2). En Madrid se tomó la frecuencia cardíaca de jóvenes de 14 y 15 años donde las mujeres obtuvieron entre 4 a 5 lpm más que los hombres, en situación de reposo (65); así también, otro estudio hecho en Barcelona con jóvenes de 12 a 16 años mostró que las mujeres tienen valores de frecuencia cardíaca un tanto más elevados que los hombres, pero que no son significativos (66).



La práctica diaria de deporte también puede variar la frecuencia cardíaca debido a los cambios en su estructura y función, varios estudios realizados en Cuba, Argentina, Europa y EEUU lo afirman, ya que al analizar el electrocardiograma de deportistas élite se encuentran alteraciones como bradicardias, aumento del grosor del ventrículo izquierdo, arritmias cardíacas, alteraciones de conducción aurículo-ventricular que no son consideradas patológicas ya que son producidas por las adaptaciones cardíacas al ejercicio (67, 68, 69, 70). Por otro lado, al comparar la frecuencia cardíaca entre sedentarios y deportistas se puede apreciar claramente la diferencia, con esta finalidad en Argentina se hizo un estudio con jóvenes sedentarios y jugadores de rugby, en el cual se obtuvieron valores significativamente menores en los deportistas (71).

Así mismo, los hábitos de consumo son un factor altamente influyente en la frecuencia cardíaca, tal es el ejemplo del consumo de alcohol que se ha asociado clásicamente a la inducción de arritmias cardíacas, incluso ingestas relativamente modestas de alcohol dan lugar a taquicardias y otras alteraciones (72); en una investigación realizada en San Cristóbal, España, con 176 adultos separados en tres grupos, el grupo 1 fueron alcohólicos ingresados al servicio de forma programada, el grupo 2 ingresaron a urgencias por síndrome de abstinencia alcohólica (SAA) y el grupo control consumían menos de 10 gramos de alcohol /día, se observó que la frecuencia cardíaca obtenida fue más elevada en el grupo 1 y 2 a comparación del grupo control, además a los tres días de no haber consumido alcohol la frecuencia disminuyó significativamente (73).

Por otro lado, el consumo frecuente de tabaco también produce alteraciones en la frecuencia cardíaca, según el Texas Heart Institute a los 20 minutos de dejar de fumar, la frecuencia cardíaca disminuye, y después de tres meses de dejar de fumar los riesgos de sufrir ataques cardíacos descienden (16). Además, con la finalidad de observar el rendimiento cardiovascular ante el ejercicio con fumadores y no fumadores, en Taiwan y Colombia se han realizado estudios al respecto, en donde se determinó que con solo fumar dos cigarrillos podría causar inmediatamente la elevación de la frecuencia cardíaca en reposo (74, 75).





### **Frecuencia cardíaca máxima**

La frecuencia cardíaca máxima es una de las variables más utilizadas para el control y seguimiento de programas de ejercicio físico ya sea en el ámbito clínico o durante el manejo de personas sanas en todos los ciclos de vida; sirve para determinar el esfuerzo y la intensidad del ejercicio (1). La FCM, número de latidos por minuto que presenta una persona posterior a un esfuerzo máximo, es una variable cardiovascular que ofrece un amplio espectro de información de gran importancia al momento de prescribir la intensidad de un entrenamiento, además de ser de fácil obtención en comparación con procedimientos invasivos (1, 14). El concepto de FCM se ha desarrollado desde los años 30s y desde entonces se han propuesto dos formas de obtenerla. La primera, mediante el registro de la frecuencia cardíaca más alta posterior a un ejercicio de gran intensidad o prueba de esfuerzo (1, 2, 14, 76), y la segunda mediante ecuaciones de regresión que brindan valores predictivos de la misma (1, 15).

### **Ecuaciones predictivas para estimar frecuencia cardíaca máxima**

Para generar ecuaciones predictivas de FCM se ha utilizado principalmente la edad como variable, esto se debe a que con el aumento de la edad se produce la disminución de la sensibilidad del corazón a la estimulación beta-adrenérgica, el flujo de calcio disminuye, se producen cambios en el tejido del marcapasos y por el efecto de llenado diastólico prolongado (5). Se menciona a Robson (1938) como el primero en establecer una ecuación que relaciona la edad con la FCM, a partir de ese momento se han establecido más de 50 ecuaciones tomando esta variable como referencia (5, 77). Se ha utilizado ampliamente la ecuación  $FCM = 220 - \text{edad}$  que establece una relación lineal entre la edad y la frecuencia cardíaca máxima, pero diversos estudios han demostrado que dicha ecuación no es apropiada para predecir este factor ya que sobreestima los resultados (1, 2, 5, 14); esto se debería a que, según Gelish et al, la relación entre edad y la FCM es no lineal, es decir si bien hay una relación entre las dos variables esta es mucho más compleja que una relación lineal negativa. Existen otras variables como género, tipo de ejercicio y condición física, que pueden influir en la respuesta de la FCM y que al utilizarlas en las ecuaciones de predicción los resultados serían más exactos (1, 2). Tomando en





cuenta el sin número de ecuaciones que existen en la actualidad hemos considerado la de Tanaka et al (2001) como una de las más confiables. (5).

### **Ecuación de Tanaka et al (2001)**

Tanaka et al (2001) desarrollaron la ecuación  $FCM = 208,75 - (0,73 \times \text{Edad})$  a partir de un meta análisis que recoge la información de 351 estudios involucrando 491 grupos y 18712 adultos sanos, este estudio fue publicado en 2001 en la Journal American College of Cardiology en un artículo en el que además se aplicaba esta fórmula en 514 adultos sanos en los que demostró ser independiente del sexo y de los niveles habituales de actividad física (78).

**Confiabilidad de la ecuación:** Posteriormente a su publicación, numerosos estudios han demostrado que, si bien no es exacta del todo, la fórmula planteada por Tanaka et al (2001) es una de las que más se acercan a la FCMR de un adulto sano, otras investigaciones revelan que también es compatible con los valores obtenidos en adolescentes (1, 2, 15). Así también, Machado et al realizan en 2011 un estudio con 69 adolescentes de 10 a 16 años aparentemente sanos, en el que mediante un test progresivo de esfuerzo máximo se obtuvo la frecuencia cardíaca máxima, la cual se comparó con los resultados predictivos de las ecuaciones  $FCM = 220 - \text{edad}$  y  $FCM = 208,75 - (0,73 \times \text{edad})$ ; en este estudio se concluyó que la primera ecuación supervaloraba la FCM, mientras que la segunda resultaba ser más próxima a la FCM obtenida en la prueba de esfuerzo. Además, los autores aclaran que realizándose estudios con mayores muestras se podría comprobar si esta variable no depende de la edad en la población adolescente, situación en la que el valor constante de 200lpm sería el más apropiado (15).

### **PRUEBAS DE ESFUERZO**

Las pruebas de esfuerzo se utilizan para obtener datos del comportamiento del organismo ante el esfuerzo físico tanto en personas con cardiopatías como en individuos sanos. Una prueba de esfuerzo pretende registrar las diferentes variables como frecuencia cardíaca, tensión arterial, los síntomas que el paciente refiere y/o comportamiento del electrocardiograma para posteriormente analizar los datos y determinar sobre todo la respuesta cardiovascular. Los tests pueden ser de laboratorio, que implican un costo más elevado, o de campo, que se realizan generalmente en un terreno amplio como un campo de fútbol, cancha de vóley,



velódromo o pista de atletismo. Este tipo de prueba de esfuerzo también se denomina Test de Campo y existen una gran variedad según los objetivos a alcanzar, uno de estos es el test de Cooper (79, 80, 81).

### Test de Cooper

Para obtener la FCMR utilizamos el test de resistencia de Cooper debido a su facilidad de aplicación y a que somete al individuo a un esfuerzo máximo sostenido, de este modo la frecuencia cardíaca alcanza su punto máximo, formando una meseta que se mantendrá en relación a la intensidad del ejercicio hasta llegar al agotamiento o a la finalización de la prueba (4).

Diseñado por el Dr. Kenneth Cooper y publicado en su libro “Aerobics” en el año de 1968, el Test de Cooper es un tipo de test de campo que fue creado para medir la resistencia aeróbica y el  $VO_2\text{max}$ , actualmente es utilizado para medir la condición física en diversos ámbitos. Se procede de la siguiente manera (82):

**Ejecución:** Es un test progresivo que consiste en recorrer la mayor distancia posible en 12 minutos, para esto el participante puede caminar, trota o correr según su capacidad.

**Área de la prueba:** Debe ser una pista plana sin inclinaciones y debe estar previamente medida para que al terminar el test se determinen los metros recorridos.

### Equipo requerido:

- Conos
- Cronómetro
- Cinta para marcar
- Silla
- Flexómetro
- Silbato
- Hojas de registro

### Recomendaciones:

- Es recomendable no realizar esta prueba a personas obesas, fumadoras, diabéticas, asmáticos no controlados, hipertensos, con patología cardiovascular o respiratoria, ya que se requiere poner al máximo la capacidad física de la persona hasta llegar al agotamiento.



- Antes de aplicar el test es necesario se considera necesario un calentamiento de 10 a 15 minutos para adaptar el organismo al ejercicio y así evitar complicaciones como calambres, desmayos, etc.

**Aplicaciones:** Se utiliza para medir la resistencia de un individuo mediante el análisis de los metros recorridos y la obtención del  $\text{VO}_2\text{max}$ .

Un estudio realizado en Chile con 100 adolescentes de 12 y 15 años, a quienes se aplicó el test de Cooper, demostró una media de 1485 metros recorridos, y además se pudo verificar que las mujeres recorren menos metros que los hombres (81). Con relación a la edad, según la investigación realizada por Cipolatti en adolescentes de 13 a 16 años, se pudo observar que los metros recorridos aumentan con los años; en cuanto a deportistas la distancia recorrida es mayor, así lo demostró el estudio realizado en basquetbolistas argentinos, en donde se obtuvo alrededor de 2714,64 metros durante la prueba (83).

Con relación al  $\text{VO}_2\text{max}$  existen ecuaciones que determinan este valor según los metros recorridos en el test de Cooper, los valores normales en adolescentes varían según el género, en mujeres puede ser de 40 a 50 ml/kg/min y en hombres de 45 a 55 ml/kg/min (84, 85). Un estudio realizado por la Universidad de Sevilla reveló que la media de  $\text{VO}_2\text{max}$  alcanzada en una muestra de 57 estudiantes se encontraba en 43,51ml/kg/min (86). Otro estudio que comprendió una muestra de 2859 adolescentes presentó datos preocupantes respecto a la condición física establecida por el nivel de  $\text{VO}_2\text{max}$ , pues el 19% de los mismos presentaron un nivel indicativo de riesgo cardiovascular; además se encontró que los adolescentes con capacidad aeróbica indicativa de riesgo cardiovascular también presentan un peor rendimiento en cualidades físicas como fuerza, velocidad, agilidad y flexibilidad (87).



## **CAPITULO III**

### **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

#### **HIPÓTESIS**

Los valores predictivos de Frecuencia Cardíaca Máxima son estadísticamente significativos en relación a los valores de Frecuencia Cardíaca Máxima real obtenidos en la prueba de esfuerzo en adolescentes aparentemente sanos de la Unidad Educativa República del Ecuador. Cuenca, 2016.

#### **OBJETIVO GENERAL**

Comparar los valores reales vs predictivos de frecuencia cardíaca máxima en adolescentes de la Unidad Educativa República del Ecuador, Cuenca. 2016.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Identificar a los estudiantes según las variables de edad, género y nivel de actividad física.
2. Establecer la relación entre la Frecuencia Cardíaca Máxima y las variables género, edad y nivel de actividad física.
3. Comparar mediante análisis estadístico los valores de la frecuencia Cardíaca Máxima obtenida mediante la prueba de esfuerzo y los valores predictivos obtenidos con la fórmula de Tanaka et al (2001).



## CAPITULO IV

### DISEÑO METODOLÓGICO

- **TIPO DE ESTUDIO:** El proyecto de investigación es analítico de corte transversal.
- **AREA DE ESTUDIO:** Unidad Educativa República del Ecuador.
- **UNIVERSO:** 665 adolescentes de la Unidad Educativa República del Ecuador.
- **MUESTRA:** La muestra se obtuvo por conveniencia, encontrándose un total de 169 adolescentes aparentemente sanos.

### CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN:

#### Criterios de inclusión

- Estudiantes de 10 a 19 años.
- Adolescentes con marcha independiente.
- Adolescentes con el consentimiento y asentimiento informado firmados. (Anexo 3 y Anexo 4).
- Adolescentes con Índice de Masa Corporal (IMC) normal.
- Adolescentes con aptitud para realizar actividad física según el Cuestionario de aptitud para la Actividad Física (PAR-Q). (Anexo 2).

#### Criterios de exclusión:

- Adolescentes con patologías crónicas que afecten la capacidad funcional como: asma, diabetes mellitus tipo I, enfermedades metabólicas, reumáticas, músculo-esqueléticas, cardíacas, neurológicas y respiratorias.
- Adolescentes fumadores y con otros hábitos tóxicos.
- Adolescentes embarazadas.
- Adolescentes con problemas psiquiátricos.

### MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

- **Métodos:** Análisis.
- **Técnicas:** Aplicación de cuestionarios y del test de Cooper.
- **Instrumentos:** Cuestionario de datos personales (Anexo1), cuestionario PAR-Q, Test de Cooper, Fórmula de Tanaka et al (2001), 4 conos de señalización, 2 sillas y 2 cronómetros.



## PROCEDIMIENTOS

- **Autorización:** Se envió un oficio a la rectora de la Unidad Educativa República del Ecuador para la conseguir la autorización para el proyecto de investigación.
- **Capacitación:** Revisión bibliográfica, científica y validada que respalda el conocimiento y uso adecuado de las herramientas utilizadas. Capacitación por medio de la Mgtr. Viviana Méndez.
- **Ejecución:**

Para obtener la muestra:

Aplicamos dos cuestionarios, uno para obtener datos personales como edad, género, talla, IMC y nivel de actividad física; medimos y pesamos a los adolescentes para obtener el IMC e incluir en el estudio a aquellos que estuvieran dentro del rango normal. El nivel de actividad física se obtuvo mediante una valoración subjetiva. El segundo cuestionario fue el *Physical Activity Readiness Questionnaire* (PAR-Q) de la Sociedad Canadiense de Fisiología del Ejercicio, que utilizamos para saber si los estudiantes estaban físicamente aptos para realizar el Test de Cooper. Fueron seleccionados 169 adolescentes aparentemente sanos para aplicar el test.

Aplicación del test de Cooper:

Se utilizó la cancha de la institución, la cual fue medida (134m) y marcada cada 5 metros para facilitar la toma de los datos. El test se realizó en grupos de cuatro estudiantes, quienes se sometían a un calentamiento previo que consistía en un trote suave alrededor de la cancha y estiramientos. La prueba de esfuerzo consistía en una carrera de 12min, se indicó a los participantes que debían regular el ritmo para que el nivel máximo sea alcanzado al final de la misma. El tiempo fue tomado con un cronómetro, al finalizar se registraron los metros recorridos y la frecuencia cardíaca máxima, esta fue registrada manualmente. Para conseguir mayor exactitud debido al tiempo, se tomó el pulso en la arteria carótida derecha durante 10 segundos y se multiplicó por 6, de esta manera conseguimos los valores más altos que los adolescentes pudieron alcanzar. Con los metros recorridos se obtuvieron valores de  $VO_{2max}$  y con la fórmula de Tanaka se generaron los valores predictivos de frecuencia cardíaca máxima (FCM) para compararla con los valores reales.



☐ **Supervisión:**

Directora: Mgtr. Viviana Méndez.

Asesor: Lcdo. Roberto Aguirre.

**PLAN DE TABULACIÓN Y ANÁLISIS:**

Para el análisis se utilizó Microsoft Excel 2010 y se realizó una base de datos en el programa IBM® SPSS® 24 en el que se obtuvieron los estadísticos de la muestra; utilizamos tablas cruzadas y ANOVA para encontrar la relación entre la FCMR y las variables de edad, género y nivel de actividad física, y la Correlación de Pearson con un nivel de significancia de 0,05 para saber si los valores de FCMR y FCMT generados a partir de la fórmula de Tanaka et al (2001) son estadísticamente significativos.

**ASPECTOS ÉTICOS:**

Solo los estudiantes que presentaron firmados el Consentimiento y Asentimiento Informado (Anexo 3 y Anexo 4) fueron parte del estudio y se respetó la decisión del estudiante de retirarse del mismo en cualquier momento. La información recolectada fue tratada con absoluta confidencialidad, siendo únicamente accesible para las personas que están a cargo de este estudio y las autoridades universitarias bajo las respectivas normas éticas.



## CAPITULO V

### RESULTADOS

Estadísticos descriptivos de la muestra:

**Tabla N° 1**

**Adolescentes de la U.E. República del Ecuador que participaron en el estudio, según rangos de edad. Cuenca, 2016.**

Rangos de edad	Número	%
11-13	60	35,5
14-16	88	52,1
17-19	21	1,4
<b>Total</b>	<b>169</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Base de datos.

**Elaborado por:** Las autoras.

El estudio se realizó en 169 estudiantes de la Unidad Educativa República del Ecuador, de los cuales el 52,1% comprendían las edades de 14-16 años siendo este el grupo mayoritario y los jóvenes de 17-19 años presentado tan solo el 12,4% de la muestra.

**Tabla N° 2**

**Adolescentes de la U.E. República del Ecuador que participaron en el estudio, según género. Cuenca, 2016.**

Género	Número	%
Femenino	42	24,9
Masculino	127	75,1
<b>Total</b>	<b>169</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Base de datos.

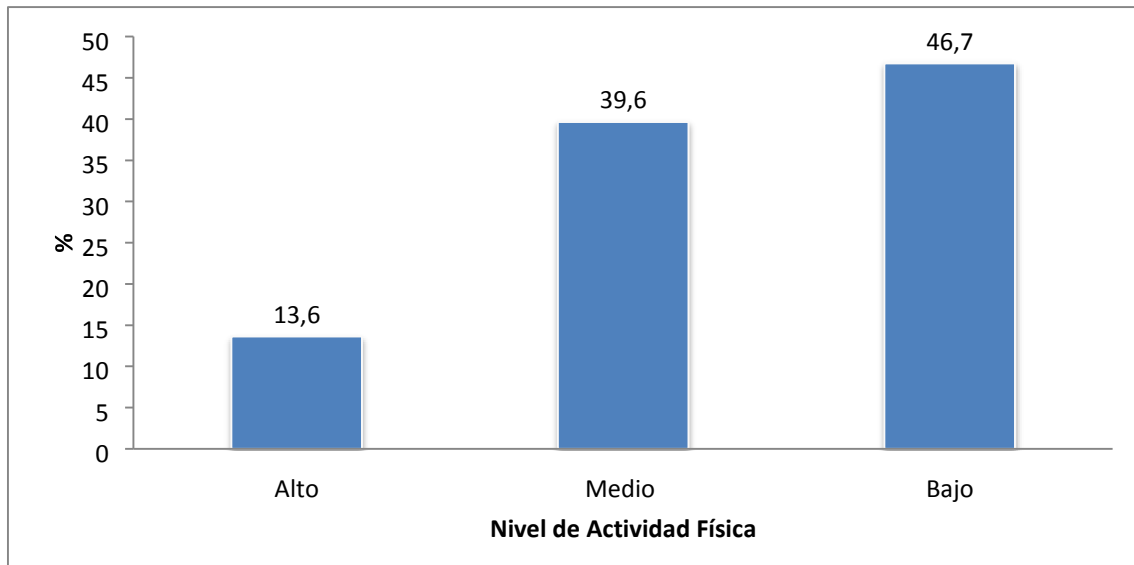
**Elaborado por:** Las autoras.

La participación de los adolescentes fue mayoritariamente masculina con un 75,1%, debido a que en la institución existe un número mayor de estudiantes hombres, por lo que el porcentaje de mujeres fue solo del 24,9%.



**Gráfico N° 1**

**Distribución porcentual del nivel de actividad física de los adolescentes de U.E. República del Ecuador que participaron en estudio. Cuenca, 2016.**



**Fuente:** Base de datos.

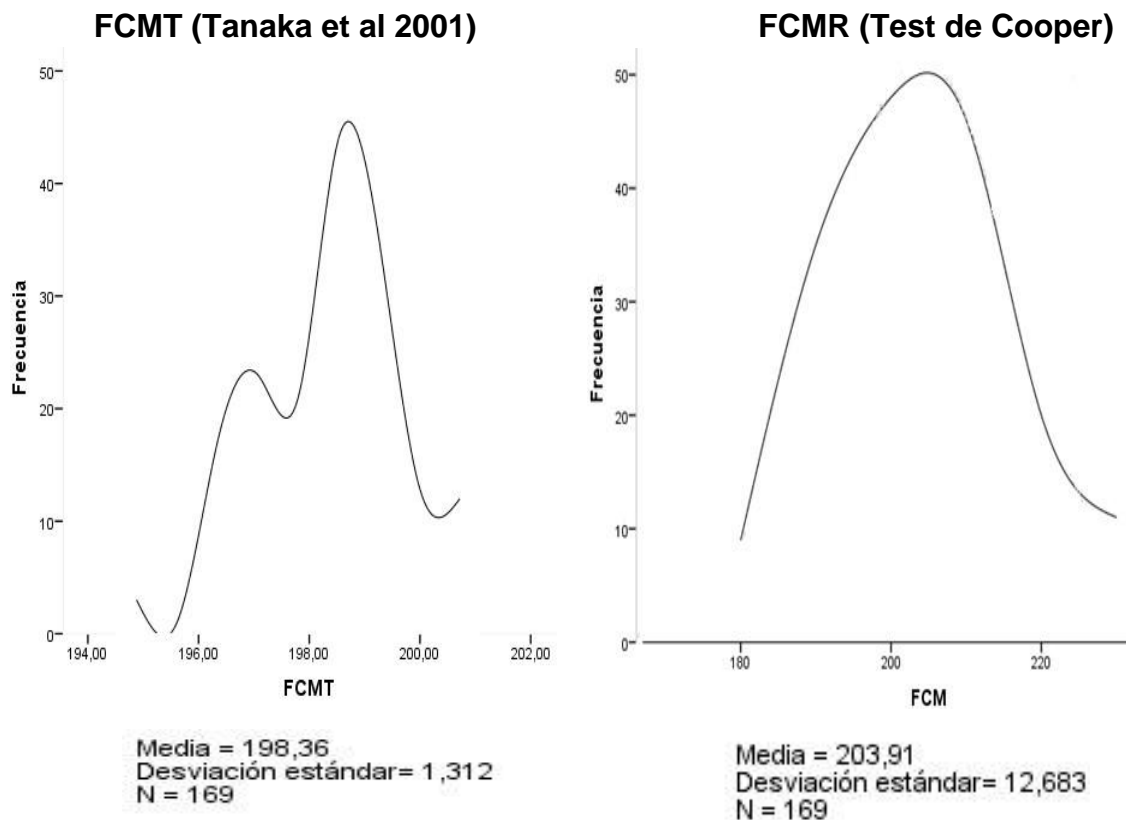
**Elaborado por:** Las autoras.

Según muestra el gráfico N° 1, el 46,7% de los adolescentes refirió tener un nivel de actividad física bajo y el 13,6% indicó que practicaba algún deporte por lo que su nivel de actividad física es alto.

A continuación, se presenta el análisis estadístico de la FCMR en relación a la FCMT, edad, género y nivel de actividad física:

## Gráfico N° 2

**Comparación de la FCM obtenida con la fórmula de Tanaka vs la obtenida con el Test de Cooper en los adolescentes de la U.E. República del Ecuador. Cuenca, 2016.**



**Fuente:** Base de datos.

**Elaborado por:** Las autoras.

Podemos observar en el gráfico N° 2, que la distribución de los datos obtenidos mediante una prueba de esfuerzo, reflejan una curva normal que establece una media de 203,91lpm ( $\pm 1$  desvío estándar); mientras que la curva que forman los datos que se consiguieron mediante la fórmula de Tanaka et al (representado como FCMT), presentan una media de 198,36lpm ( $\pm 1$  desvío estándar) con una curva atípica, lo cual indica que los valores predictivos no siguen el mismo patrón



que los reales y por ende no aparentan relación; para confirmarlo realizamos la correlación de Pearson:

**Tabla N° 3**

**Valores de la correlación de Pearson de las FCMR y FCMT, obtenidas en los adolescentes de la U.E. República del Ecuador. Cuenca, 2016.**

<b>FCM-FCMT</b>	
Correlación de Pearson	0,124
Significancia (bilateral)	0,107
Número	169

**Fuente:** Base de datos.

**Elaborado por:** Las autoras.

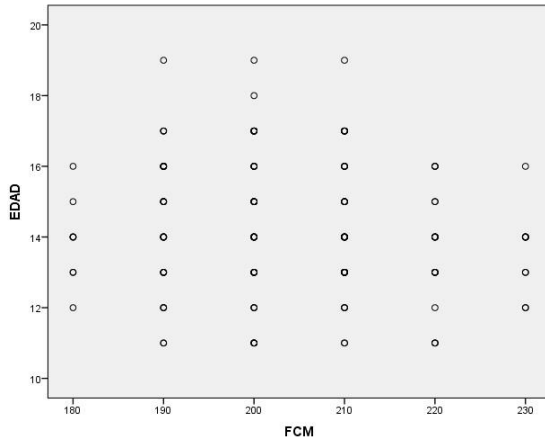
De acuerdo al coeficiente de correlación de Pearson podemos ver que el nivel de significancia es de 0,107  $> 0,05$  lo cual establece que no existe asociación causal, rechazando la hipótesis de investigación.

Estos resultados se deberían a que la fórmula de Tanaka et al (2001), relaciona la edad con la FCM, y, como se destaca en estudios antes mencionados durante la adolescencia estas dos variables no presentan una relación lineal, para saber si esta afirmación se cumplía en nuestro estudio se correlacionaron estas variables:

**Gráfico N° 3**

**Correlación entre FCMR obtenida con la fórmula de Tanaka y la edad de los adolescentes de la muestra.**

**Cuenca, 2016.**



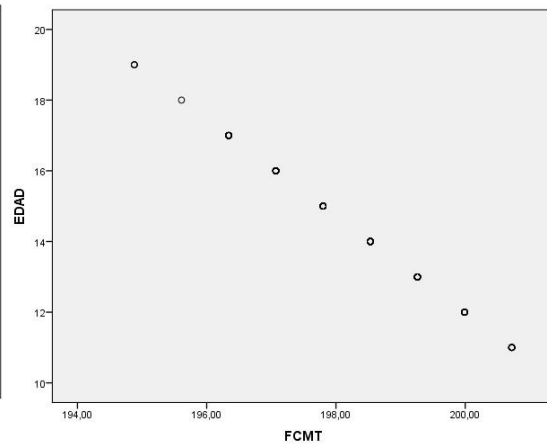
**Fuente:** Base de datos.

**Elaborado por:** Las autoras.

**Gráfico N° 4**

**Correlación entre FCMT obtenida en el test de Cooper y la edad de los adolescentes de la muestra.**

**Cuenca, 2016.**



**Fuente:** Base de datos.

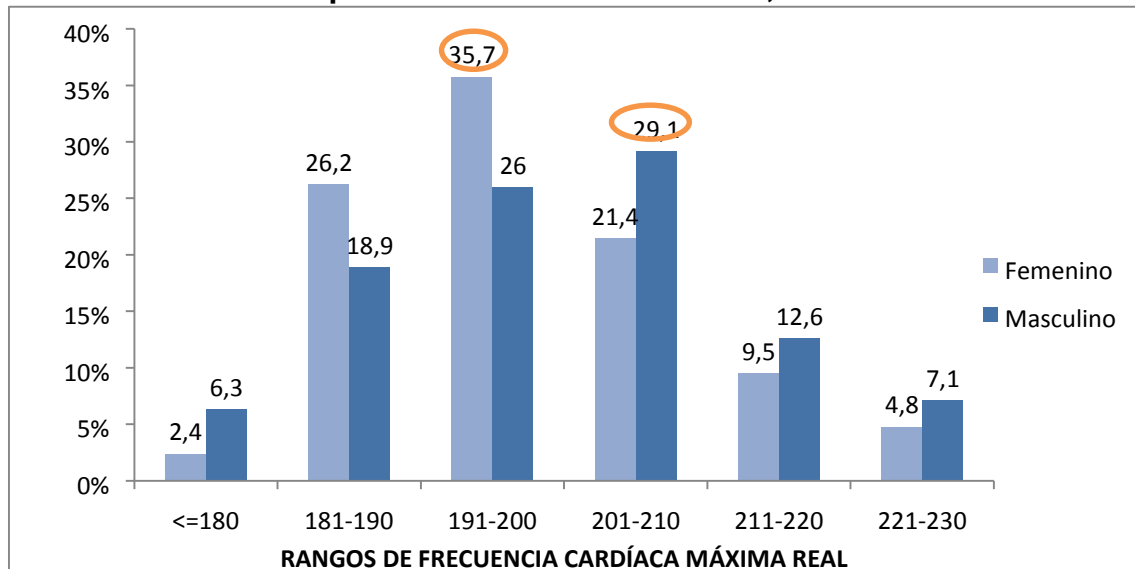
**Elaborado por:** Las autoras.

En el gráfico N° 3 podemos confirmar que no hay relación entre la FCMR y la edad en los adolescentes, a diferencia del gráfico N°4 donde existe una clara relación lineal directa debido a que la fórmula de Tanaka et al (2001) utiliza la edad como variable para generar los valores predictivos.

**Gráfico N° 5**

**Rangos de FCMR según el género de los adolescentes de la U.E.**

**República del Ecuador. Cuenca, 2016.**



**Fuente:** Base de datos.

**Elaborado por:** Las autoras.

El gráfico N°5 sugiere que el género influye en la FCM pues se observan diferencias de hasta 10lpm entre hombre y mujeres. Así, la mayoría (29,1%) de muestra masculina alcanzó una FCM entre 201 y 210lpm, mientras que el 35,7% de mujeres alcanzaron un rango de 191 a 200lpm.

**Tabla N° 4**

**FCMR según el nivel de actividad física de los adolescentes de la U.E. República del Ecuador que participaron en el Test de Cooper. Cuenca, 2016.**

Rangos de FCM	% de Nivel de Actividad Física			Total
	Alto	Medio	Bajo	
<=180	0	1,2	4,1	5,30
181-190	4,7	4,1	11,8	20,6
191-200	6,5	12,4	9,5	28,4
201-210	2,4	13	11,8	27,4
211-220	0	4,7	7,1	11,8
221-230	0	4,1	2,4	6,5
Total	13,6	39,6	46,7	100

**Fuente:** Base de datos.

**Elaborado por:** Las autoras.

En la Tabla N° 4 podemos ver que los adolescentes con un nivel de actividad física alto presentan valores de FCMR de 181 a 200lpm, mientras que aquellos que tienen un nivel de actividad física bajo muestran una distribución más amplia de la FCM de 181 a 220lpm.

Realizamos el análisis de la varianza para saber si existe una relación estadísticamente significativa entre el nivel de actividad física y la FCMR:

**Tabla N° 5**

**Análisis de la varianza de la FCMR y nivel de actividad física de los adolescentes de la U.E. República del Ecuador. Cuenca 2016.**

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Valor F	Significancia
<b>FCM</b>	15,435	2	7,718	5,028	0,008
<b>Nivel de Actividad Física.</b>	254,790	166	1,535		
<b>Total</b>	270,225	168			

**Fuente:** Base de datos.

**Elaborado por:** Las autoras.



El análisis de las varianzas establece un nivel de significancia  $p$  de  $0,008 < 0.05$  lo cual revela que las variables están estrechamente relacionadas pues también presentan un valor alto de  $F$  (5,028) que lo confirma.

**Tabla N° 6**

**Porcentaje de Nivel de actividad física según el rango de edad de los adolescentes de la U.E. República del Ecuador. Cuenca, 2016.**

Rangos de edad	Alto	Medio	Bajo	Total
11-13	5,9	12,4	17,2	35,5
14-16	5,9	20,7	25,4	52,1
17-19	1,8	6,5	4,1	12,4
Total	13,6	39,6	46,7	100

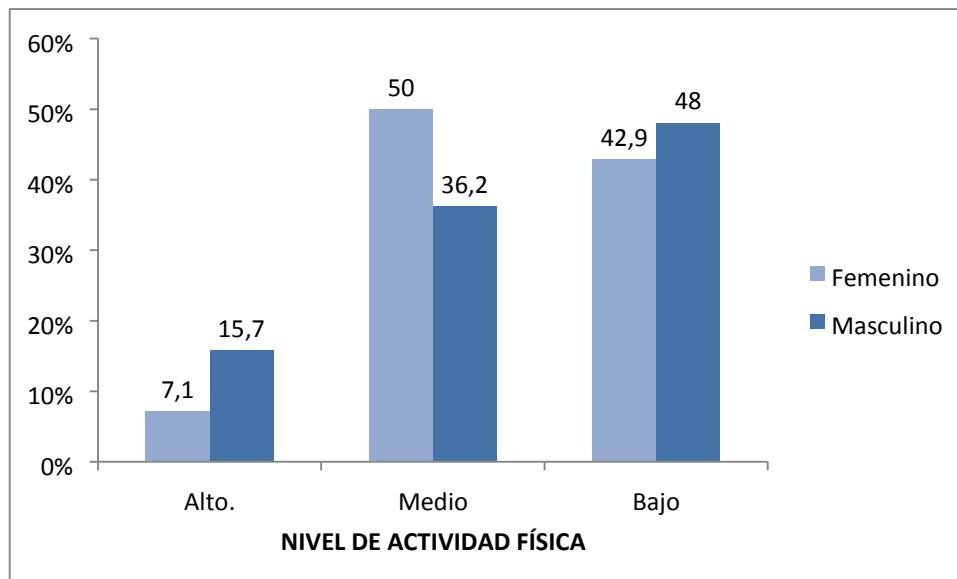
**Fuente:** Base de datos.

**Elaborado por:** Las autoras.

Podemos observar que el porcentaje más elevado pertenece al nivel de actividad física Bajo con 46,7%, el mismo que tiene mayor prevalencia en los adolescentes de 14 a 16 años. El nivel medio está representado por el 39,6% de la muestra, con mayor prevalencia también en los adolescentes de 14 a 16 años; mientras que el nivel de actividad física alto representa el 13,6% y tiene iguales porcentajes tanto para los adolescentes de 11 a 13 años como para los de 14 a 16.

Gráfico N° 6

**Distribución porcentual del nivel de actividad física de los adolescentes de la U. E República del Ecuador, según género. Cuenca, 2016.**



**Fuente:** Base de datos.

**Elaborado por:** Las autoras.

Al comparar el nivel de actividad física entre géneros, podemos destacar que el 50% de las mujeres presentaron un nivel de actividad física “Medio” y los hombres tienden a un nivel de actividad física “Bajo” con el 48%. Tanto en hombres como en mujeres, el nivel de actividad física “Alto” presenta porcentajes inferiores, notándose una diferencia del 8% que favorece a los hombres.



Al realizar el Test de Cooper también obtuvimos el valor del VO<sub>2</sub>max alcanzado por los adolescentes, que a continuación es relacionado con las variables:

**Tabla N° 7**

**Nivel de VO<sub>2</sub>max de los adolescentes según género. Cuenca, 2016.**

<b>Nivel de VO<sub>2</sub>max</b>	<b>Masculino</b>	<b>%</b>	<b>Femenino</b>	<b>%</b>
Pobre	12	9,4	8	19
Promedio	46	36,2	14	33,3
Bueno	47	37	17	40,5
Excelente	22	17,3	3	7,1
<b>Total</b>	<b>127</b>	<b>100</b>	<b>42</b>	<b>100</b>

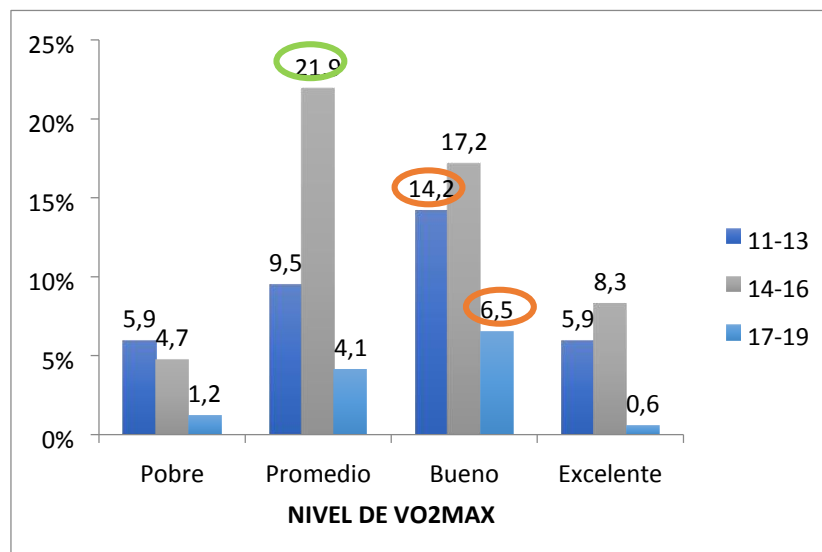
**Fuente:** Base de datos.

**Elaborado por:** Las autoras.

Con respecto al VO<sub>2</sub>max, tanto hombres como mujeres presentaron una mayor prevalencia en el nivel “Bueno”. Sin embargo, las mujeres presentaron un 9,6% más que los hombres en el nivel “Pobre”; y a su vez, los hombres presentaron un 10,2% más, en el nivel “Excelente”. Según la escala propuesta por el Cooper Institute, el umbral de salud cardiovascular estaría sobre los 42ml/kg/min (por debajo del nivel “Bueno”) para adolescentes varones, valores inferiores a estos supondrían riesgo cardiovascular futuro; en base a esto podemos ver que en nuestra muestra más del 40% de los varones presentarían riesgo cardiovascular futuro. Así mismo para las mujeres el umbral de salud cardiovascular estaría sobre los 38ml/kg/min (por debajo del nivel “Promedio”), por lo que se observa que un 19% de las adolescentes presentaría riesgo cardiovascular futuro.

**Grafico N° 7**

**Nivel de VO<sub>2</sub>max según el rango de edad de los adolescentes que conformaron la muestra. Cuenca, 2016.**



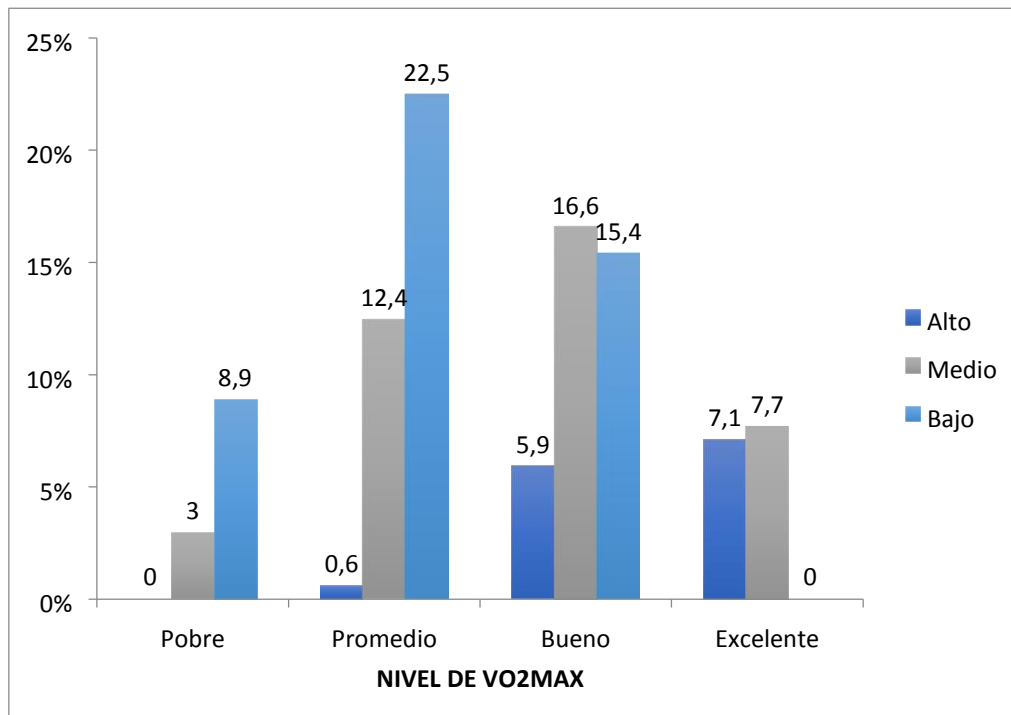
**Fuente:** Base de datos.

**Elaborado por:** Las autoras.

Al relacionar el VO<sub>2</sub>max con la edad, observamos que los adolescentes entre 11-13 años y 17-19 años presentan un nivel “Bueno”, mientras que los de 14-16 años tienden hacia el nivel “Promedio”.

**Gráfico N° 8**

**Nivel de VO<sub>2</sub>max según nivel de actividad física de los adolescentes que conformaron la muestra. Cuenca, 2016.**



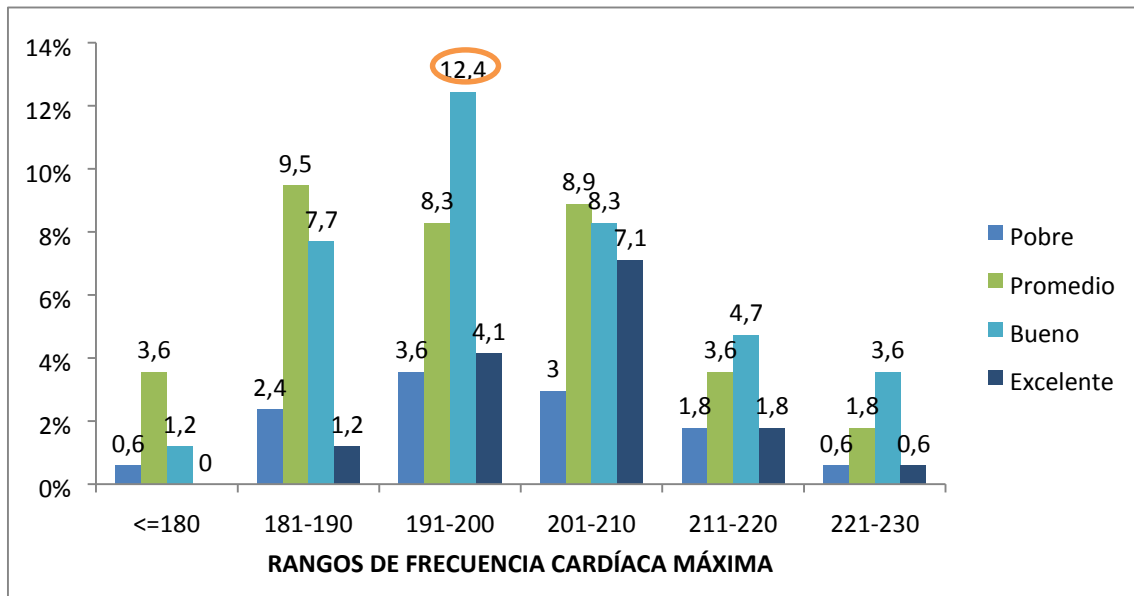
**Fuente:** Base de datos.

**Elaborado por:** Las autoras.

En cuanto al nivel de VO<sub>2</sub>max relacionado con el nivel de actividad física podemos ver que los resultados obtenidos son coherentes y las dos variables presentan una relación directa, siendo aquellos que presenta altos niveles de actividad física quienes presentan altos niveles de VO<sub>2</sub>max.

Gráfico N°9

Distribución porcentual de Niveles de VO<sub>2</sub>max del Test de Cooper, según rangos de Frecuencia Cardíaca Máxima Real en adolescentes de UE República del Ecuador. Cuenca, 2016.



Fuente: Base de datos.

Elaborado por: Las autoras.

En este gráfico podemos observar que no existe un patrón de relación lineal entre el VO<sub>2</sub>max y la FCM alcanzados en el Test de Cooper, cabe destacar que el nivel de mayor prevalencia fue el “Bueno” que presenta un mayor porcentaje en los adolescentes que obtuvieron una FCMR entre 191 y 200lpm.



## CAPITULO VI

### DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue comparar los valores reales vs predictivos de frecuencia cardíaca máxima en adolescentes aparentemente sanos de la Unidad Educativa República del Ecuador de la ciudad de Cuenca; la muestra estuvo conformada por 169 adolescentes, que comprendían las edades de 11 a 19 años, quienes presentaban en su mayoría (46,7%) un nivel de actividad física bajo (no realiza mayor actividad física que la que se le designa en las horas de Educación Física en la institución), estos resultados establecen cierta similitud con los datos de la ESANUT, que indica que más de un tercio (34%) de los adolescentes ecuatorianos son inactivos (9).

Al aplicar el test de Cooper, la media de la FCMR fue de 203lpm, esto se contrasta con los estudios de Londeree et al quienes encuentran que para un grupo de adolescentes la meseta de FCMR se estableció alrededor de los 210lpm (57). Hay que tener en cuenta que en el estudio citado se utilizan pulsímetros electrónicos para obtener los datos y que en nuestro estudio se registró la frecuencia cardíaca manualmente durante 30 segundos.

La distribución de los datos obtenidos mediante la prueba de esfuerzo refleja una curva normal que establece una media de FCM de 203,91lpm ( $\pm 1$  desvío estándar: 12,68), esta es similar a los resultados de Machado et al, quienes mediante una prueba de esfuerzo en niños y adolescentes obtuvieron una media de FCM de 200,2lpm ( $\pm 1$  desvío estándar: 8); mientras que los datos generados a partir de la fórmula de Tanaka et al (2001), presentaron una media de 198,36lpm ( $\pm 1$  desvío estándar: 1,31) para nuestro estudio y de 207,4lpm ( $\pm 1$  desvío estándar: 1,5) en el estudio antes mencionado, esta diferencia se debe a que en su muestra se incluyen edades inferiores.

De acuerdo al coeficiente de correlación de Pearson podemos ver que el nivel de significancia es de  $0,107 > 0,05$  lo cual establece que las variables no están relacionadas, rechazando la hipótesis de investigación; Machado et al afirman que en el caso de la correlación de Pearson, los valores obtenidos con la fórmula en discusión tuvieron mayor significancia en comparación con otras fórmulas utilizadas, concluyendo que si bien la fórmula de Tanaka et al (2001) no es



exacta en esta población, es la que más se aproxima a los resultados obtenidos en pruebas de esfuerzo (15). Otro estudio reveló que al contrario de la ecuación más utilizada,  $FCM=220-\text{edad}$ , la ecuación de Tanaka et al (2001) no subestima la frecuencia cardíaca pero es más adecuada para la población adulta joven (18-30 años); pero, al ser la edad la variable utilizada para generarla, disminuye la fiabilidad en el caso de los adolescentes (2), por lo que muchos autores sugieren utilizar otras variables como género y nivel de actividad física (4).

Por otra parte, los resultados de este estudio sugieren que no existe una relación lineal entre la FCM obtenida con el test de Cooper y la edad; así también lo exponen los estudios de Machado et al, encontrando que la correlación entre la edad y la FCM obtenida en el test de esfuerzo no fue estadísticamente significativa ( $p=0,096>0,05$ ) en una muestra de niños y adolescentes de Brasil (15); similares resultados publican Gelish et al en un estudio longitudinal sobre la frecuencia cardíaca máxima y su relación con la edad (5).

En cuanto al género, se observó cierta diferencia entre los valores obtenidos para hombres y mujeres, obteniendo una diferencia de 10lpm entre los resultados de mayor prevalencia de ambos géneros. Estudios revelan que si bien existen diferencias en la frecuencia cardíaca entre la población masculina y femenina, esta no es estadísticamente significativa (2, 65, 66).

Así mismo, relacionando la FCMR con nivel de actividad física podemos ver que el análisis de las varianzas (ANOVA) establece un nivel de significancia  $p=0,008<0,05$  ( $F: 5,028$ ) lo cual revela que las variables están estrechamente relacionadas, al igual que el estudio realizado en adolescentes españoles en donde aquellos que son más activos tienen valores de FCM elevados (88) y varios estudios que realizan revisiones de fórmulas para calcular la FCM que recomiendan utilizar variables como el nivel de actividad física para obtener valores más acertados (8, 53).



## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones:**

En base a los objetivos y según los resultados podemos concluir:

- Los valores de FCM generados con la fórmula de Tanaka et al (2001) no son estadísticamente significativos en relación a los valores obtenidos mediante una prueba de esfuerzo de campo (Test de Cooper) en adolescentes aparentemente sanos de la U.E. República del Ecuador.
- Los adolescentes que participaron en el estudio comprendían las edades de 11 a 19 años, de los cuales el 75,1% pertenecían al género masculino y el 46,7% presentaba un nivel de actividad física bajo.
- La FCM obtenida mediante la prueba de esfuerzo resultó no tener una relación lineal con la edad y no presenta diferencias estadísticamente significativas entre géneros; sin embargo, está altamente relacionada al nivel de actividad física.
- Según el  $VO_2\text{max}$  obtenido el 40% de los varones y el 19% de las mujeres que realizaron la prueba de esfuerzo presentarían riesgo cardiovascular futuro.



### Recomendaciones:

En relación a lo expuesto anteriormente podemos recomendar:

- Que se realicen estudios similares en otras instituciones educativas de la ciudad para comparar los resultados y validar o rechazar el uso de esta ecuación.
- En futuros estudios se podría utilizar pruebas de esfuerzo de laboratorio para que la muestra sea mejor controlada y se obtengan datos más exactos.
- Que para generar ecuaciones de predicción de FCM, no se utilice la edad como variable, ya que, durante esta etapa de la vida, estos dos factores no presentan una relación lineal; en su lugar se podrían utilizar variables como el nivel de actividad física con la cual sí presenta correlación.
- Tomar en cuenta la edad, género y nivel de actividad física, en la dosificación de ejercicio físico en adolescentes.
- Intensificar los proyectos o programas de promoción de actividad física en los adolescentes, pues durante esta etapa descende el nivel de actividad física y aparecen los factores de riesgos de enfermedad cardiovascular.





**CAPITULO VIII**

**BIBLIOGRAFÍA**

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Bouzas J, Ottoline N, Delgado M. Aplicaciones de la frecuencia cardíaca máxima en la evaluación y prescripción del ejercicio. *Apunts Medicina L'sport*. 2010 Julio; 45(168).
2. Marins J, Delgado M. Empleo de ecuaciones para predecir la frecuencia cardíaca máxima en carrera para jóvenes deportistas. *AMD*. 2007; 24(118): p. 112-120.
3. Méndez A, Fernández J. Prescripción de actividad física en personas mayores, recomendaciones actuales. *Rev. Esp. Educación Física*. 2005;(3): p. 20-27.
4. Londeree B, Moeschberger M. Efecto de la edad y otros factores en la frecuencia cardíaca máxima. *Res Q Exerc Sport*. 1982; 11(53): p. 297–304.
5. Gellish R. Modelo longitudinal de la relación entre Edad y Frecuencia Cardíaca Máxima. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2007 Mayo; 39(5): p. 822-829.
6. Beltrán V, Valencia A, Molina J. Los videojuegos activos y la salud de los jóvenes: revisión de la investigación. *Rev.In.Med.Cienc.Act.Fis.Deporte*. 2011 Marzo; 11(41): p. 203-219.
7. Zumarova M. Computadoras y el tiempo libre de los adolescentes. Elsevier. 2015 Febrero; 176: p. 779-786.
8. OMS. La OMS pide que se preste mayor atención a la salud de los adolescentes. [Online]. 2014. Acceso: Marzo 17, 2016. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/focus-adolescenthealth/es/>.
9. INEC. La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. 2011-2013. [Online]. Disponible en: <http://tinyurl.com/jr3bzzd>
10. Naranjo J. Demografía y epidemiología de la población de adolescentes en el Ecuador. *Pediátr. Baca Ortiz*. 1993 Febrero; 1(2): p. 58-64.



- 11.El Ciudadano. [Online]. 2014. Acceso: Abril 6, 2016. Disponible en: <http://www.elciudadano.gob.ec/gobierno-impulsa-la-actividad-fisica-y-al-desarrollo-de-habitos-alimenticios-en-ninos-y-adolescentes/>.
- 12.Ministerio de Educación Pública del Ecuador. [Online].; 2014. Acceso: Abril 6, 2016. Disponible en: <http://educacion.gob.ec/desde-este-ano-lectivo-los-estudiantes-ecuatorianos-estaran-aprendiendo-en-movimiento/>.
- 13.Heyward V. Evaluación y prescripción del ejercicio. 2nd ed. Nuevo México: Paidotribo; 2006.
- 14.Robergs R. La sorprendente Historia de la Ecuación (FC máx. = 220 – edad). PubliCE Premium. 2002; 5(2).
- 15.Machado F. Validez de las ecuaciones predictivas de la frecuencia cardíaca máxima para niños y adolescentes. Arc. Bras. Cardiol. 2011; 97(2).
- 16.Texas heart institute. [Online]. 2016 Acceso: Diciembre 12, 2016. Disponible en: [http://www.texasheart.org/HIC/Topics\\_Esp/HSmart/smoking\\_sp.cfm](http://www.texasheart.org/HIC/Topics_Esp/HSmart/smoking_sp.cfm).
- 17.Organización Mundial de la Salud. [Online]. 2016 Acceso: junio 20, 2016. Disponible en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>.
- 18.Moroto J. Libro de salud cardiovascular. Rehabilitación cardíaca. Bilbao: Nerea S.A; 2009.
- 19.Boraita A. Ejercicio, piedra angular de la prevención cardiovascular. Rev. Esp. Cardio. 2008; 5(61): p. 514-528.
- 20.Yépez R, Carrasco F, Baldeón M. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en estudiantes adolescentes ecuatorianos del área urbana. ALAN. 2008; 2(58): p. 139-143.
- 21.Buen Vivir. Plan nacional del Buen Vivir. [Online]. 2013 . Acceso: junio 20, 2016. Disponible en: <http://www.buenvivir.gob.ec/objetivo-3.-mejorar-la-calidad-de-vida-de-la-poblacion#tabs3>.
- 22.Soblechero F. Diseño individualizado de programas de ejercicio para la salud. Estudio de un supuesto práctico. Rev.Dig.EFDeportes. 2009 Agosto; 14(135).



23. Boraita A. Muerte súbita y deporte. ¿Hay alguna manera de prevenirla en los deportistas? Revista Española de Cardiología. 2002 Abril; 55(4): p. 333-336.
24. Agencia pública de noticias del Ecuador y Sudamérica. ANDES. [Online]. 2014. Acceso: Diciembre 8, 2016. Disponible en: <http://www.andes.info.ec/es/noticias/cuantos-jovenes-hay-mundo-sonsus-condiciones-vida.html>.
25. INEC. Ecuador en cifras. [Online]. 2010. Acceso: Diciembre 21, 2016. Disponible en: [www.ecuaorencifras.gob.ec](http://www.ecuaorencifras.gob.ec).
26. Hamilton MT, Hamilton DG, Zderic TW. Exercise physiology versus inactivity physiology: an essential concept for understanding lipoprotein lipase regulation. Exerc Sport Sci Rev. 2004;32:161-6.
27. Martínez-Gómez D, Eisenmann JC, Gómez-Martínez S, Veses A, Marcos A, Veiga OL. Sedentarismo, adiposidad y factores de riesgo cardiovascular en adolescentes Estudio AFINOS. Rev Esp Cardiol. 2010;63:277-85.
28. Paulino R, Aparecido A, et al. Análise dos fatores associados ao excesso de peso em escolares. Paulista e Pediatria. 2016 Diciembre; 34(4): p. 460–468.
29. Cárdenas L, Burguete A, Estrada B. Actividad física en el tiempo libre y riesgo cardiometabólico en niños y adolescentes. Jornal de pediatria. 2015 Marzo-Abril; 91(2): p. 136-142.
30. Gualteros J, Torres J, Umbarila L, Rodríguez F, Ramírez R. Una baja Capacidad Física Aeróbica asociada a un mal estado de salud en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia. Endocrinología y Nutrición. 2015 Noviembre; 62(9): p. 437-446.
31. Rodríguez, L. Obesidad: fisiología, etiopatogenia y fisiopatología. Revista Cubana de Endocrinología. Mayo-Agosto, 2013. 14(2).
32. OMS. Estadísticas de la Organización mundial de la salud. [Online]. 2011. Disponible en: [http://www.who.int/gho/publications/world\\_health\\_statistics/EN\\_WHS2011\\_Full.pdf](http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/EN_WHS2011_Full.pdf).
33. Okosun I, Seale J, Boltri J, Davis M. Tendencias y agrupaciones de riesgo cardiometabólico en adolescentes estadounidenses de 1999 a 2008. Journal of Adolescents Health. 2012; 50: p. 132-139.



34. García E, Vázquez M. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes de 2 a 16 años. *Endocrinología y Nutrición*. Marzo, 2013; 60(33): p. 121–126.
35. Trezzo-Terrazzino J, Nirley G. Frecuencia de sobrepeso y obesidad infantil en un centro de salud de Rosario, Argentina. *Atención Familiar*. Octubre-Diciembre, 2014; 21(4): p. 117–120.
36. Macías C. Estilos de vida, sobrepeso y obesidad en adolescentes de enseñanza media de La Habana. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. Abril-Junio, 2012; 16(2): p. 45-53.
37. Castañeda O, Lugo M. *Atención Familiar*. Julio-Septiembre, 2016; 23(3): p. 104–108.
38. Abdul-Rasoul M. Obesidad en niños y adolescentes en países del Golfo: hechos y soluciones. *Avances en Diabetología*. Mayo-Junio, 2012; 28(3): p. 64–69.
39. García X, Allué N, Pérez A, Sanchez F, López J, Nebot M. Hábitos alimenticios, sedentarismo y sobrepeso y obesidad en adolescentes de Barcelona, España. *Anales de Pediatría*. 2015 Julio; 83(1): p. 3-10.
40. Freedman D, Mej Z, Srinivasan S, Berenson G, et al. Factores de riesgo cardiovascular y exceso de adiposidad en niños y adolescentes. *Estudio Cardiovascular Bogalusa*. *Pediatr*. 2007; 150: p. 12-17.
41. Wissler R, Strong J. Factores riesgos y progresión de arterosclerosis en jóvenes. *Pathol*. 1998; 153: p. 1023-1033.
42. Nabhan Z, Hannon T. Factores de riesgo cardiometabólico en niños de Estados Unidos ¿Qué se puede aprender de las tendencia actuales? *Journal of adolescents Health*. 2012 Febrero; 50(2): p. 107-109.
43. Najem R, Batuman F. Patrones de tabaquismo entre adolescentes de la ciudad: El tabaquismo tiene una edad temprana de inicio. *Journal of adolescent Health*. 1997 Marzo; 20(3).
44. Lanas F, Serón P. Rol del tabaquismo en el riesgo cardiovascular global. *Clínica Las Condes*. 2012 Noviembre; 23(6): p. 699-705.
45. Cabrera J, Mendoza M, Gutierrez F. Consumo de alcohol en adolescentes de tres municipios de Lanzarote. *SEMERGEN Medicina de Familia*. 2004 May; 30: p. 210-217.



46. Salazar E, Ugarte M, Vásquez L, Loaiza J. Consumo de alcohol y drogas y factores psicosociales asociados en adolescentes de Lima. *Anales de la Facultad de Medicina*. 2004 Julio/Septiembre; 65(3).
47. Míguez H. Epidemiología de la Alcoholización juvenil en Argentina. *Acta de Psicología y Psiquiatría de America Latina*. 2004; 50(1): p. 43-47.
48. Manrique F, Ospina J, García J. Consumo de alcohol y tabaco en niños y adolescentes de Tunja, Colombia. *Salud pública*. 2011; 13(1): p. 89101.
49. Preedy V, Reilly M. Metabolismo proteico en el alcoholismos: efectos en tejidos específicos y todo el cuerpo. *Nutrition*. 1999 Juio-Agosto; 15(7-8): p. 604–608.
50. Uscátegui R, Álvares M, et al. Factores de riesgo cardiovascular en niños de 6 a 18 años de Medellín. *Anales de Pediatría*. 2003; 58(5): p. 411-417.
51. Monge R, Nuñez H, Garita C. Aspectos psicosociales de los patrones de nutrición y actividad física en adolescentes costarricenses. *Journal of adolescent health*. 2002 Agosto; 31(2): p. 212-219.
52. FRICELA Study. Factores e riesgo coronario en la adolescencia. *Atherosclerosis*. 2000 Julio; 151(1): p. 139.
53. Fundación española del corazón. [Online]. 2015. Acceso: diciembre 23, 2016. Disponible en: <http://www.fundaciondelcorazon.com/informacionparapacientes/enfermedades-cardiovasculares/muerte-subita.html>.
54. Verdugo F, Gayan A. Evaluación preparticipativa en deportistas jóvenes. *Clínica Las Condes*. 2012 Mayo; 23(3): p. 245-252.
55. Valerio M, Reyes A, Escobar L. Estudio sobre muerte súbia en deportistas 1985-1995. *Medicina Legal de Costa Rica*. 1998; 15(1-2).
56. Suárez M, Aguilera B. Causas de muerte súbita asociada al deporte en España. *Española de Cardiología*. 2002 Febrero; 55(4): p. 347-358.
57. El Universo. [Online]. 2007. Acceso: Diciembre 26, 2016. Disponible en: <http://www.eluniverso.com/2007/10/07/0001/256/53903A33D11B4E0BBBC848C903E0D2E9.html>.



58. El Telégrafo. [Online]. 2013. Acceso: Diciembre 26, 2016. Disponible en: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/4/prevencion-una-formade-reducir-la-muerte-subita>.
59. El Mercurio. [Online]. 2016. Acceso: Diciembre 26, 2016. Disponible en: <http://www.elmercurio.com.ec/558737-muerte-subita-en-el-deporte/>.
60. Campuzano O, Allengue C, Brugada R. Genética de la muerte súbita inexplicada. Medicina Clínica. 2014 Marzo; 142(2).
61. Egas C. Prevalencia de cardiopatías congénitas y malformaciones congénitas asociadas en neoatos del servicio de neonatología del hospital de los Valles, en el periodo 2006 a 2014. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.; 2014.
62. Castro C. Hallazgos electrocardiográficos funcionales en nadadores de la federación deportiva del Azuay, Cuenca 2012. Cuenca: Universidad de Cuenca; 2012.
63. Delgado M. Fundamentación anatómico-funcional del rendimiento y del entrenamiento de la resistencia del niño y del adolescente. Universidad de Granada. 1994; 2: p. 95-108.
64. Yuste J, García-Jiménez J, García-Pellicer J. Intensidad de las clases de educación física en adolescentes. Rev. Int.Med.Cienc.act.fis.deporte. 2013 Mayo; 15(58).
65. Vázquez S. Intensidad del ejercicio sobre la base de la frecuencia cardíaca durante una sesión de aeróbicos. Rev. Int. Med. Cienc.Avt. Fis. Deporte. 2003 Septiembre; 3(11): p. 136-148.
66. Oviedo G, Sánchez J, Castro R, Calvo M, Sevilla J, et al. Niveles de actividad física en población adolescente: estudio de caso. FEADef. 2013;(23): p. 43-47.
67. González M, Arencibia M, Lima N. Frecuencia de las anomalías de la repolarización ventricular en deportistas cubanos de élite. Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fis. 2013; 8(1).
68. Peidro R, Brión G, Bruzzese M, Castiello G. La repolarización precoz en el electrocardiograma del futbolista. Prevalencia, características y evolución. Medicina. 2014 Diciembre; 74(6).



69. Uberoi A, Stein R, Pérez M, Freeman J, et al. Interpretación del electrocardiograma de jóvenes atletas. *Circulación*. 2011; 124: p. 746757.
70. Boraita A, Serratosa L. El corazón del deportista: hallazgos electrocardiográficos más frecuentes. *Española de Cardiología*. 1998 Mayo; 51(5): p. 356-368.
71. Álvarez R, Mollón P, Mónaco R, Villa D. Estudio de la función ventricular izquierda con eco-Duppler cardíaco y Duppler tisular en deportistas y sedentarios: correlación con la capacidad aeróbica máxima. *Cardiología del deporte*. 2005 Marzo-Abril; 73(2): p. 120-125.
72. Estruch R. Efectos del alcohol en la fisiología humana. *Adicciones*. 2002; 14(1): p. 43-61.
73. Dácil R. Prolongación del QT en la abstinencia alcohólica. San Cristobal de La Laguna: Universidad de la Laguna; 2010.
74. Chien\_Liang C, Jing-Shia T, Ping-Chia L, Pi-Ling C. Efectos inmediatos del tabaquismo en las respuestas cardiorespiratorias durante el ejercicio dinámico: brazo vs ergometría de pierna. *Frontiers in Physiology*. 2015 Diciembre; 6(376).
75. García A, Pachón A, Garay P, Santiago L. Análisis de la aptitud aeróbica en jóvenes fumadores aparentemente sanos. *Rev. Col. Cardio*. 2014 Octubre; 21(5): p. 294-300.
76. Marins J. Precisión de las ecuaciones para estimar la frecuencia cardíaca máxima en cicloergómetro. *AMD*. 2013; 30(1): p. 14-20.
77. Ocampo J, Gutierrez J. Envejecimiento del sistema cardiovascular. *Rev. Colombiana de cardiología*. 2005; 12(2): p. 53-63.
78. Tanaka H. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*. 2001; 37(1): p. 153-156.
79. Sociedad española de cardiología. Guías de práctica clínica de la sociedad española de cardiología en pruebas de esfuerzo. *Revista española de cardiología*. 2000; 53(8): p. 1063-94.
80. Lopategui E. Evaluación de la tolerancia cardiorrespiratoria: pruebas de distancia de caminar, trotar, correr. [Online]. 2001. Acceso: Abril 5, 2016. Disponible en: <http://www.saludmed.com/Bienestar/Cap2/Distance.html>





81. Delgado P, Caamaño F, et al. Niveles de obesidad, glicemia en ayuno y condición física en escolares chilenos. *Nutrición Hospitalaria*. 2015; 31(6): p. 2445-50.
82. The Cooper Institute for Aerobics Research. *FITNESSGRAM test administration manual*. Champaign: Human Kinetics; 1999.
83. Cipolatti G. Evaluación y comparación de diferentes capacidades físicas en varones de 13, 14, 15 y 16 años de edad, de la escuela de educación técnica N° 690 "Lucía Araoz". Santa Fe: Instituto superior de Educación Física N° 27 "Prof. César S. Vásquez".; 2004.
84. Costa I. Características físico fisiológicas de los jugadores de básquetbol. *PubliCEStandard*. 2005.
85. Grao A, Núviala A, Fernández A. Valoración del programa escuelas deportivas: Composición corporal, actividad física y capacidad aeróbica en adolescentes. *FEADEF*. 2015;(27): p. 105-108.
86. Corral J, Del Castillo O. Valoración del VO<sub>2</sub>max y su relación con el riesgo cardiovascular como medio de enseñanza-aprendizaje. *Cuadernos de psicología del deporte*. 2010; 10(25-30).
87. Ortega F, Ruiz J, et al. Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular. *Rev Esp Cardiol*. 2005 Agosto; 58(8).
88. Córdova A, Villa G, Sureda A, Rodriguez J, Sánchez M. Actividad física y factores de Riesgo cardiovascular de niños españoles de 11 a 13 años. *Rev.Esp.Cardiol*. 2012 Enero; 65(7): p. 620-626.





## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Abdul-Rasoul M. Obesidad en niños y adolescentes en países del Golfo: hechos y soluciones. *Avances en Diabetología*. Mayo-Junio, 2012; 28(3): p. 64–69.
2. Agencia pública de noticias del Ecuador y Sudamérica. ANDES. [Online]. 2014. Acceso: Diciembre 8, 2016. Disponible en: <http://www.andes.info.ec/es/noticias/cuantos-jovenes-hay-mundo-sonsus-condiciones-vida.html>.
3. Álvarez R, Mollón P, Mónaco R, Villa D. Estudio de la función ventricular izquierda con eco-Duppler cardíaco y Duppler tisular en deportistas y sedentarios: correlación con la capacidad aeróbica máxima. *Cardiología del deporte*. 2005 Marzo-Abril; 73(2): p. 120-125.
4. Beltrán V, Devis J, Peiró C. Actividad física y sedentarismo en adolescentes de la comunidad de Valencia. *Rev.Int.Med.Cienc.Act.Fis.Deporte*. 2012 Enero; 12(45): p. 123-137.
5. Beltrán V, Valencia A, Molina J. Los videojuegos activos y la salud de los jóvenes: revisión de la investigación. *Rev.In.Med.Cienc.Act.Fis.Deporte*. 2011 Marzo; 11(41): p. 203-219.
6. Boraita A, Serratosa L. El corazón del deportista: hallazgos electrocardiográficos más frecuentes. *Española de Cardiología*. 1998 Mayo; 51(5): p. 356-368.
7. Boraita A. Ejercicio, piedra angular de la prevención cardiovascular. *Rev. Esp. Cardio*. 2008; 5(61): p. 514-528.
8. Boraita A. Muerte súbita y deporte. ¿Hay alguna manera de prevenirla en los deportistas? *Revista Española de Cardiología*. 2002 Abril; 55(4): p. 333-336.
9. Bouzas J, Ottoline N, Delgado M. Aplicaciones de la frecuencia cardíaca máxima en la evaluación y prescripción del ejercicio. *Apunts Medicina L'sport*. 2010 Julio; 45(168).
10. Buen Vivir. Plan nacional del Buen Vivir. [Online]. 2013 . Acceso: junio 20, 2016. Disponible en: <http://www.buenvivir.gob.ec/objetivo-3.-mejorarla-calidad-de-vida-de-la-poblacion#tabs3>.



11. Cabrera J, Mendoza M, Gutierrez F. Consumo de alcohol en adolescentes de tres municipios de Lanzarote. SEMERGEN Medicina de Familia. 2004 May; 30: p. 210-217.
12. Campuzano O, Allengue C, Brugada R. Genética de la muerte súbita inexplicada. Medicina Clínica. 2014 Marzo; 142(2).
13. Cárdenas L, Burguete A, Estrada B. Actividad física en el tiempo libre y riesgo cardiometabólico en niños y adolescentes. Jornal de pediatria. 2015 Marzo-Abril; 91(2): p. 136-142.
14. Castañeda O, Lugo M. Atención Familiar. Julio-Septiembre, 2016; 23(3): p. 104–108.
15. Castro C. Hallazgos electrocardiográficos funcionales en nadadores de la federación deportiva del Azuay, Cuenca 2012. Cuenca: Universidad de Cuenca; 2012.
16. Chien\_Liang C, Jing-Shia T, Ping-Chia L, Pi-Ling C. Efectos inmediatos del tabaquismo en las respuestas cardiorespiratorias durante el ejercicio dinámico: brazo vs ergometría de pierna. Frontiers in Physiology. 2015 Diciembre; 6(376).
17. Cicolatti G. Evaluación y comparación de diferentes capacidades físicas en varones de 13, 14, 15 y 16 años de edad, de la escuela de educación técnica N° 690 "Lucía Araoz". Santa Fe: Instituto superior de Educación Física N° 27 "Prof. César S. Vásquez".; 2004.
18. Córdova A, Villa G, Sureda A, Rodriguez J, Sánchez M. Actividad física y factores de Riesgo cardiovascular de niños españoles de 11 a 13 años. Rev.Esp.Cardiol. 2012 Enero; 65(7): p. 620-626.
19. Corral J, Del Castillo O. Valoración del VO<sub>2</sub>max y su relación con el riesgo cardiovascular como medio de enseñanza-aprendizaje. Cuadernos de psicología del deporte. 2010; 10(25-30).
20. Costa I. Características físico fisiológicas de los jugadores de básquetbol. PubliCEStandard. 2005.
21. Dácil R. Prolongación del QT en la abstinencia alcohólica. San Cristobal de La Laguna: Universidad de la Laguna; 2010.



22. Delgado M. Fundamentación anatómico-funcional del rendimiento y del entrenamiento de la resistencia del niño y del adolescente. Universidad de Granada. 1994; 2: p. 95-108.
23. Delgado P, Caamaño F, et al. Niveles de obesidad, glicemia en ayuno y condición física en escolares chilenos. Nutrición Hospitalaria. 2015; 31(6): p. 2445-50.
24. Egas C. Prevalencia de cardiopatías congénitas y malformaciones congénitas asociadas en neoatos del servicio de neonatología del hospital de los Valles, en el periodo 2006 a 2014. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.; 2014.
25. El Ciudadano. [Online]. 2014. Acceso: Abril 6, 2016. Disponible en: <http://www.elciudadano.gob.ec/gobierno-impulsa-la-actividad-fisica-y-al-desarrollo-de-habitos-alimenticios-en-ninos-y-adolescentes/>.
26. El Mercurio. [Online]. 2016. Acceso: Diciembre 26, 2016. Disponible en: <http://www.elmercurio.com.ec/558737-muerte-subita-en-el-deporte/>.
27. El Telégrafo. [Online]. 2013. Acceso: Diciembre 26, 2016. Disponible en: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/4/prevencion-una-forma-de-reducir-la-muerte-subita>.
28. El Universo. [Online]. 2007. Acceso: Diciembre 26, 2016. Disponible en: <http://www.eluniverso.com/2007/10/07/0001/256/53903A33D11B4E0BBBC848C903E0D2E9.html>.
29. Estruch R. Efectos del alcohol en la fisiología humana. Adicciones. 2002; 14(1): p. 43-61.
30. Freedman D, Mej Z, Srinivasan S, Berenson G, et al. Factores de riesgo cardiovascular y exceso de adiposidad en niños y adolescentes. Estudio Cardiovascular Bogalusa. Pediatr. 2007; 150: p. 12-17.
31. FRICELA Study. Factores e riesgo coronario en la adolescencia. Atherosclerosis. 2000 Julio; 151(1): p. 139.
32. Fundación española del corazón. [Online]. 2015. Acceso: diciembre 23, 2016. Disponible en: <http://www.fundaciondelcorazon.com/informacionparapacientes/enfermedades-cardiovasculares/muerte-subita.html>.



33. García A, Pachón A, Garay P, Santiago L. Análisis de la aptitud aeróbica en jóvenes fumadores aparentemente sanos. *Rev. Col. Cardio.* 2014 Octubre; 21(5): p. 294-300.
34. García E, Vázquez M. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes de 2 a 16 años. *Endocrinología y Nutrición.* Marzo, 2013; 60(33): p. 121–126.
35. García X, Allué N, Pérez A, Sanchez F, López J, Nebot M. Hábitos alimenticios, sedentarismo y sobrepeso y obesidad en adolescentes de Barcelona, España. *Anales de Pediatría.* 2015 Julio; 83(1): p. 3-10.
36. Gellish R. Modelo longitudinal de la relación entre Edad y Frecuencia Cardíaca Máxima. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2007 Mayo; 39(5): p. 822-829.
37. Gómez S, Martínez D, Pérez F, et al. Hábitos alimenticios y grasa corporal en adolescentes: influencia de la actividad física. Estudio AVENA. *Journal of adolescents health.* Abril, 2012; 50(4): p. 403-409.
38. González M, Arencibia M, Lima N. Frecuencia de las anomalías de la repolarización ventricular en deportistas cubanos de élite. *Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fis.* 2013; 8(1).
39. Grao A, Núviala A, Fernández A. Valoración del programa escuelas deportivas: Composición corporal, actividad física y capacidad aeróbica en adolescentes. *FEADEF.* 2015;(27): p. 105-108.
40. Gualteros J, Torres J, Umbarila L, Rodríguez F, Ramírez R. Una baja Capacidad Física Aeróbica asociada a un mal estado de salud en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia. *Endocrinología y Nutrición.* 2015 Noviembre; 62(9): p. 437-446.
41. Hamilton MT, Hamilton DG, Zderic TW. Exercise physiology versus inactivity physiology: an essential concept for understanding lipoprotein lipase regulation. *Exerc Sport Sci Rev.* 2004;32:161-6.
42. Heyward V. Evaluación y prescripción del ejercicio. 2nd ed. Nuevo México: Paidotribo; 2006.
43. INEC. Ecuador en cifras. [Online]. 2010. Acceso: Diciembre 21, 2016. Disponible en: [www.ecuaorencifras.gob.ec](http://www.ecuaorencifras.gob.ec).



44. INEC. La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. 2011-2013. [Online].  
Disponible en: <http://tinyurl.com/jr3bzzd>
45. Kyung Y, Finkelstein E. Empleo Juvenil, ingresos, e iniciación al tabaquismo: Resultados del Korean Panel Data. *Journal of Adolescent Health*.
46. Lanas F, Serón P. Rol del tabaquismo en el riesgo cardiovascular global. *Clínica Las Condes*. 2012 Noviembre; 23(6): p. 699-705.
47. Londeree B, Moeschberger M. Efecto de la edad y otros factores en la frecuencia cardíaca máxima. *Res Q Exerc Sport*. 1982; 11(53): p. 297–304.
48. Lopategui E. Evaluación de la tolerancia cardiorrespiratoria: pruebas de distancia de caminar, trotar, correr. [Online]. 2001. Acceso: Abril 5, 2016.  
Disponible en: <http://www.saludmed.com/Bienestar/Cap2/Distance.html>
49. Machado F. Validez de las ecuaciones predictivas de la frecuencia cardíaca máxima para niños y adolescentes. *Arc. Bras. Cardiol*. 2011; 97(2).
50. Macías C. Estilos de vida, sobrepeso y obesidad en adolescentes de enseñanza media de La Habana. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. Abril-Junio, 2012; 16(2): p. 45-53.
51. Manrique F, Ospina J, García J. Consumo de alcohol y tabaco en niños y adolescentes de Tunja, Colombia. *Salud pública*. 2011; 13(1): p. 89101.
52. Marins J, Delgado M. Empleo de ecuaciones para predecir la frecuencia cardíaca máxima en carrera para jóvenes deportistas. *AMD*. 2007; 24(118): p. 112-120.
53. Marins J. Precisión de las ecuaciones para estimar la frecuencia cardíaca máxima en cicloergómetro. *AMD*. 2013; 30(1): p. 14-20.
54. Martí S. Actividad Física, sedentarismo frente a las pantallas y su relación en adolescentes. 2011.
55. Martínez-Gómez D, Eisenmann JC, Gómez-Martínez S, Veses A, Marcos A, Veiga OL. Sedentarismo, adiposidad y factores de riesgo cardiovascular en adolescentes Estudio AFINOS. *Rev Esp Cardiol*. 2010;63:277-85.



56. Méndez A, Fernández J. Prescripción de actividad física en personas mayores, recomendaciones actuales. *Rev. Esp. Educación Física*. 2005;(3): p. 20-27.
57. Míguez H. Epidemiología de la Alcoholización juvenil en Argentina. *Acta de Psicología y Psiquiatría de America Latina*. 2004; 50(1): p. 43-47.
58. Ministerio de Educación Pública del Ecuador. [Online].; 2014. Acceso: Abril 6, 2016. Disponible en: <http://educacion.gob.ec/desde-este-anolectivo-los-estudiantes-ecuatorianos-estaran-aprendiendo-enmovimiento/>.
59. Monge R, Nuñez H, Garita C. Aspectos psicosociales de los patrones de nutrición y actividad física en adolescentes costarricenses. *Journal of adolescent health*. 2002 Agosto; 31(2): p. 212-219.
60. Moroto J. Libro de salud cardiovascular. Rehabilitación cardíaca. Bilbao: Nerea S.A; 2009.
61. Nabhan Z, Hannon T. Factores de riesgo cardiometabólico en niños de Estados Unidos ¿Qué se puede aprender de las tendencia actuales? *Journal of adolescents Health*. 2012 Febrero; 50(2): p. 107-109.
62. Najem R, Batuman F. Patrones de tabaquismo entre adolescentes de la ciudad: El tabaquismo tiene una edad temprana de inicio. *Journal of adolescent Health*. 1997 Marzo; 20(3).
63. Naranjo J. Demografía y epidemiología de la población de adolescentes en el Ecuador. *Pediátr. Baca Ortiz*. 1993 Febrero; 1(2): p. 58-64.
64. Ocampo J, Gutierrez J. Envejecimiento del sistema cardiovascular. *Rev. Colombiana de cardiología*. 2005; 12(2): p. 53-63.
65. Okosun I, Seale J, Boltri J, Davis M. Tendencias y agrupaciones de riesgo cardiometabólico en adolescentes estadounidenses de 1999 a 2008. *Journal of Adolescents Health*. 2012; 50: p. 132-139.
66. OMS. Estadísticas de la Organización mundial de la salud. [Online]. 2011. Disponible en: [http://www.who.int/gho/publications/world\\_health\\_statistics/EN\\_WHS2011\\_Full.pdf](http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/EN_WHS2011_Full.pdf).
67. OMS. La OMS pide que se preste mayor atención a la salud de los adolescentes. [Online]. 2014. Acceso: Marzo 17, 2016. Disponible en:



<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/focus-adolescenthealth/es/>.

68. Organización Mundial de la Salud. [Online]. 2016 Acceso: junio 20, 2016. Disponible en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>.
69. Ortega F, Ruiz J, et al. Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular. Rev Esp Cardiol. 2005 Agosto; 58(8).
70. Oviedo G, Sánchez J, Castro R, Calvo M, Sevilla J, et al. Niveles de actividad física en población adolescente: estudio de caso. FEADef. 2013;(23): p. 43-47.
71. Paulino R, Aparecido A, et al. Análise dos fatores associados ao excesso de peso em escolares. Paulista e Pediatria. 2016 Diciembre; 34(4): p. 460–468.
72. Peidro R, Brión G, Bruzzese M, Castiello G. La repolarización precoz en el electrocardiograma del futbolista. Prevalencia, características y evolución. Medicina. 2014 Diciembre; 74(6).
73. Preedy V, Reilly M. Metabolismo proteico en el alcoholismo: efectos en tejidos específicos y todo el cuerpo. Nutrition. 1999 Julio-Agosto; 15(7-8): p. 604–608.
74. Ramírez J, Femia P, Sánchez C, Zabala M. La actividad física en adolescentes no muestra relación con el consumo máximo de oxígeno. Archivos de medicina del Deporte. 2011; 28(142): p. 103-112.
75. Robergs R. La sorprendente Historia de la Ecuación (FC máx. = 220 – edad). PubliCE Premium. 2002; 5(2).
76. Rodríguez, L. Obesidad: fisiología, etiopatogenia y fisiopatología. Revista Cubana de Endocrinología. Mayo-Agosto, 2013. 14(2).
77. Salazar E, Ugarte M, Vásquez L, Loaiza J. Consumo de alcohol y drogas y factores psicosociales asociados en adolescentes de Lima. Anales de la Facultad de Medicina. 2004 Julio/Septiembre; 65(3).
78. Soblechero F. Diseño individualizado de programas de ejercicio para la salud. Estudio de un supuesto práctico. Rev.Dig.EFDeportes. 2009 Agosto; 14(135).





79. Sociedad española de cardiología. Guías de práctica clínica de la sociedad española de cardiología en pruebas de esfuerzo. Revista española de cardiología. 2000; 53(8): p. 1063-94.
80. Suárez M, Aguilera B. Causas de muerte súbita asociada al deporte en España. Española de Cardiología. 2002 Febrero; 55(4): p. 347-358.
81. Suárez P, Aguilera B. Causas de muerte súbita asociada al deporte en España. Revista española de cardiología. 2002; 55(4): p. 347-358.
82. Tanaka H. Age-predicted maximal heart rate revisited. J Am Coll Cardiol. 2001; 37(1): p. 153-156.
83. Texas heart institute. [Online]. 2016 Acceso: Diciembre 12, 2016. Disponible en: [http://www.texasheart.org/HIC/Topics\\_Esp/HSmart/smoking\\_sp.cfm](http://www.texasheart.org/HIC/Topics_Esp/HSmart/smoking_sp.cfm).
84. The Cooper Institute for Aerobics Research. FITNESSGRAM test administration manual. Champaign: Human Kinetics; 1999.
85. Trezzo-Terrazzino J, Nirley G. Frecuencia de sobrepeso y obesidad infantil en un centro de salud de Rosario, Argentina. Atención Familiar. Octubre-Diciembre, 2014; 21(4): p. 117–120.
86. Ueroi A, Stein R, Pérez M, Freeman J, et al. Interpretación del electrocardiograma de jóvenes atletas. Circulación. 2011; 124: p. 746757.
87. Uscátegui R, Álvares M, et al. Factores de riesgo cardiovascular en niños de 6 a 18 años de Medellín. Anales de Pediatría. 2003; 58(5): p. 411-417.
88. Valerio M, Reyes A, Escobar L. Estudio sobre muerte súbita en deportistas 1985-1995. Medicina Legal de Costa Rica. 1998; 15(1-2).
89. Vázquez S. Intensidad del ejercicio sobre la base de la frecuencia cardíaca durante una sesión de aeróbicos. Rev. Int. Med. Cienc. Avt. Fis. Deporte. 2003 Septiembre; 3(11): p. 136-148.
90. Veeranki S, Mamudu H, Anderson J, Zheng S. Susceptibilidad para fumar en jóvenes no fumadores al rededor del mundo. Journal of adolescent health. Febrero, 2014; 54(2): p. 144-150.
91. Verdugo F, Gayan A. Evaluación preparticipativa en deportistas jóvenes. Clínica Las Condes. 2012 Mayo; 23(3): p. 245-252.





92. Villabí J, Suelves J. Cambios en la prevalencia del tabaquismo en los adolescentes en España. *Atención Primaria*. Enero, 2012; 44: p. 36–42.
93. Wissler R, Strong J. Factores riesgos y progresión de arterosclerosis en jóvenes. *Pathol*. 1998; 153: p. 1023-1033.
94. Yépez R, Carrasco F, Baldeón M. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en estudiantes adolescentes ecuatorianos del área urbana. *ALAN*. 2008; 2(58): p. 139-143.
95. Yuste J, García-Jiménez J, García-Pellicer J. Intensidad de las clases de educación física en adolescentes. *Rev. Int.Med.Cienc.act.fis.deporte*. 2013 Mayo; 15(58).
96. Zumarova M. Computadoras y el tiempo libre de los adolescentes. Elsevier. 2015 Febrero; 176: p. 779-786.



CAPITULO IX

ANEXOS

Anexo N°1: Encuesta para registro de datos personales.



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA  
TERAPIA FÍSICA  
CUESTIONARIO N° 1

La información que aquí se maneja será tratada con total confidencialidad y únicamente nos sirve para saber si Ud. está apto/a para formar parte de nuestro estudio. Por favor responda con honestidad.

Fecha:

Identificación:	Curso:
Edad:	Sexo:

1. Encierre en un círculo, en los últimos 3 meses:

- Ha fumado SI NO
- Ha ingerido alcohol SI NO ☐ Ha consumido
- otro tipo de drogas SI NO

2. ¿Esta Ud. Embarazada?

SI NO

3. ¿Tiene Ud. alguna enfermedad (asma, diabetes mellitus, enfermedades metabólicas, reumáticas, músculo-esqueléticas, cardíacas, neurológicas o respiratorias) o trastorno físico o psicológico?

SI NO

4. Ud. como considera su nivel de actividad física señale.

BAJO: No realizaba mayor actividad física que la que se les designa para horas de Educación Física en la institución educativa. ☐



MEDIO: Realiza otra actividad fuera de las horas de Educación Física como caminar, usar bicicleta, jugar fútbol, básquet, etc <input type="checkbox"/>			
ALTO: Practica determinado deporte de manera regular. <input type="checkbox"/>			
Peso:	Talla:	IMC:	<input type="text"/>

☐ **Anexo N° 2:** Cuestionario de aptitud para actividad física.

**QUESTIONARIO PAR- Q**  
(Canadian Society of Exercise Physiology 2002)

La actividad física regular es saludable y sana, y más personas cada día comienzan a ser más activos. Ser más activo es seguro para la mayoría de las personas sin embargo algunos individuos deben consultar a un médico antes de iniciar un programa de ejercicio o actividad física. Si ud está planificando participar en programas de ejercicio o actividad física lo recomendado es que responda a las siete preguntas descritas más abajo.

El sentido común es la principal guía para contestar estas preguntas, por favor leer las preguntas con cuidado y responder cada una honestamente.

Marque SI o NO.

Fecha:	SI	NO
¿Alguna vez el médico le ha dicho que Ud. tiene un problema cardiovascular y que por eso sólo debería realizar actividad física recomendada por un profesional?		
¿Cuándo hace actividad física siente dolor en el pecho?		
¿En el último mes y estando en reposo, ha sentido dolor en el pecho?		
¿Pierde el equilibrio por mareos o vértigo, o alguna vez ha perdido el conocimiento?		
¿Tiene problemas en los huesos o articulaciones (espalda, rodillas o cadera) que pudiera empeorar por un aumento en su actividad física habitual?		
¿Actualmente el médico le está prescribiendo medicamentos (por		



ejemplo, diuréticos) para su presión arterial o para su corazón?		
¿Existe <u>alguna otra razón</u> (otras enfermedades) por la cual no debería hacer actividad física?		

Si respondió **NO** a todas las preguntas, puede empezar a realizar más actividad física de la que habitualmente hace, lo cual será seguro para su salud siempre y cuando lo realice de manera progresiva y controlada. Si su estado de salud cambia durante el programa deberá reportarlo a las Fisioterapeutas.

Yo, \_\_\_\_\_, con mi firma CERTIFICO que he leído y comprendido completa y correctamente el cuestionario y mis respuestas son ciertas y apegadas a la verdad.

---

Firma del estudiante



□ **Anexo N° 3:** Consentimiento informado.



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
**ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA**  
**TERAPIA FÍSICA**

**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Nosotras, Mercy Teresa Lema Guamán con CI. 0302496096 y Valeria Adriana Vintimilla Espinoza con CI. 0106436975, egresadas de la Carrera de Terapia Física de la Escuela de Tecnología Médica, Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Estatal de Cuenca, previa a la obtención del título de Licenciadas en Fisioterapia, realizaremos la tesis titulada **“VALORES REALES VS PREDICTIVOS DE FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA EN ADOLESCENTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA REPÚBLICA DEL ECUADOR. CUENCA. 2016.”** cuyo objetivo es: Comparar los valores reales vs predictivos de frecuencia cardíaca máxima en adolescentes de la Unidad Educativa República del Ecuador. Cuenca. 2016. Y que consiste en:

Aplicar una prueba de esfuerzo para obtener la Frecuencia Cardíaca Máxima de su representado. Esta prueba consiste en una carrera mantenida durante 12 minutos en un terreno plano. Para realizarlo se tomarán en cuenta medidas de prevención de lesiones y otros accidentes mediante la aplicación de un cuestionario de aptitud física, la toma de signos vitales previa y posterior a la prueba y el calentamiento previo a la prueba.

Este estudio no conlleva mayor riesgo físico ni psicológico para el/la adolescente. Los resultados obtenidos estarán a disposición para que los docentes de Educación Física puedan dosificar de forma adecuada el ejercicio de los



## Universidad de Cuenca

estudiantes. Su representado podrá participar únicamente si usted firma este consentimiento informado. Es importante que Ud. conozca que el formar parte de este estudio no tiene costo alguno, al igual que no representa el pago de dinero u otra compensación. La participación en esta investigación es totalmente voluntaria, respetando la voluntad de retirarse de la misma en cualquier momento. Todos los datos obtenidos serán utilizados con absoluta confidencialidad siendo únicamente accesibles para las personas que estén a cargo de esta investigación y las autoridades universitarias bajo las respectivas normas éticas.

Si necesita más información acerca de este estudio puede comunicarse con Lema Guamán Mercy al 072207509 y/o Vintimilla Espinoza Valeria al 0992795183.

**Una vez que he leído y comprendido toda la información brindada,** acepto libre y voluntariamente que mi representado/a.....(Nombre y apellido del/la estudiante), estudiante del .....(curso y paralelo), forme parte de este estudio.

.....

Nombre y firma del representante

CI #:

.....

Lema Guamán Mercy

0302496096

.....

Vintimilla Espinoza Valeria

0106436975



☐ **Anexo N°4:** Asentimiento Informado.



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
**ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA TERAPIA**  
**FÍSICA**

**ASENTIMIENTO INFORMADO**

Nosotras, Mercy Teresa Lema Guamán con CI. 0302496096 y Valeria Adriana Vintimilla Espinoza con CI. 0106436975, egresadas de la Carrera de Terapia Física de la Escuela de Tecnología Médica, Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Estatal de Cuenca, previa a la obtención del título de Licenciadas en Fisioterapia, realizaremos la tesis titulada **“COMPARACIÓN DE VALORES REALES VS PREDICTIVOS DE FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA EN ADOLESCENTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA REPÚBLICA DEL ECUADOR. CUENCA. 2016”** cuyo objetivo es comparar los valores reales vs predictivos de frecuencia cardíaca máxima en adolescentes de la Unidad Educativa República del Ecuador. Cuenca. 2016. Y que consiste en:

Aplicar una prueba de esfuerzo para obtener su Frecuencia Cardíaca Máxima. Esta prueba consiste en una carrera mantenida durante 12 minutos en un terreno plano. Para realizarlo se tomará en cuenta medidas de prevención de lesiones y otros accidentes mediante la aplicación de un cuestionario de aptitud física, la toma de signos vitales previa y posterior a la prueba y el calentamiento previo a la prueba.

Este estudio no conlleva mayor riesgo físico ni psicológico para el/la adolescente. Los resultados obtenidos estarán a disposición para que los docentes de Educación Física puedan dosificar de forma adecuada el ejercicio de los estudiantes. Ud. podrá participar únicamente si firma este asentimiento



## Universidad de Cuenca

informado. Es importante que Ud. conozca que el formar parte de este estudio no tiene costo alguno, al igual que no representa el pago de dinero u otra compensación. La participación en esta investigación es totalmente voluntaria, respetando la voluntad de retirarse de la misma en cualquier momento. Todos los datos obtenidos serán utilizados con absoluta confidencialidad siendo únicamente accesibles para las personas que estén a cargo de esta investigación y las autoridades universitarias bajo las respectivas normas éticas.

**Luego de que mi representante haya firmado el consentimiento informado y una vez que he leído y comprendido toda la información brindada,** acepto libre y voluntariamente participar en este estudio.

.....  
FIRMA DEL ESTUDIANTE

.....  
Lema Guamán Mercy  
0302496096

.....  
Vintimilla Espinoza Valeria  
0106436975



□ **Anexo N°5:** Oficio para la rectora del plantel.

Cuenca, 21 de abril de 2017

Mg. Consuelo Ávila.

**RECTORA DE LA UNIDAD EDUCATIVA REPÚBLICA DEL ECUADOR.**

Presente.

Nosotras, Mercy Teresa Lema Guamán con CI. 0302496096 y Valeria Adriana Vintimilla Espinoza con CI. 0106436975, egresadas de la Carrera de Terapia Física de la Escuela de Tecnología Médica de la Facultad de Ciencias Médicas, previa a la obtención del título de Licenciadas en Terapia Física, realizaremos la tesis titulada **“VALORES REALES VS PREDICTIVOS DE FRECUENCIA CARDÍACA MÁXIMA EN ADOLESCENTES DE LA UNIDAD EDUCATIVA REPÚBLICA DEL ECUADOR. CUENCA.2016.”** que tiene la finalidad de aplicar el test de Cooper para obtener la Frecuencia Cardíaca Máxima en adolescentes y luego compararla con valores predictivos. Los resultados obtenidos serán de ayuda para que los docentes de la institución dosifiquen adecuadamente el ejercicio de los estudiantes.

Este test consiste en una carrera mantenida durante 12 minutos en un terreno plano, para realizarlo se tomarán en cuenta medidas de prevención de lesiones y otros accidentes como desmayos, mediante la aplicación de un cuestionario de aptitud física, la toma de signos vitales previa y posterior a la prueba y el calentamiento previo a la prueba.

Para lo cual solicitamos su autorización para llevar a cabo esta investigación durante el mes de septiembre en la institución que usted dirige, tomando de forma aleatorizada 203 adolescentes de este establecimiento educativo y utilizando para la ejecución del test de Cooper una cancha deportiva de la institución. Cabe recalcar que la participación en esta investigación es totalmente voluntaria y no conlleva mayor riesgo físico ni psicológico para el/la adolescente, respetando la voluntad retirarse de la misma en cualquier momento. Además,

los padres de familia deberán firmar un consentimiento informado para autorizar la participación del estudiante. Todos los datos obtenidos serán utilizados con absoluta confidencialidad siendo únicamente accesibles para las personas que estén a cargo de esta investigación y las autoridades universitarias bajo las respectivas normas éticas.

Por la favorable acogida que sabrá dar a la presente, anticipamos nuestros agradecimientos.

Atentamente,

.....	.....	Lema
Guamán Mercy	Vintimilla Espinoza Valeria	
0302496096	0106436975	

**Anexo N°6: Operalización de las variables**

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la actualidad.	Años: Periodo comprendido desde el primer día de nacido. Igual a doce meses.	Años cumplidos hasta la aplicación del estudio.	<b>Cuantitativa-discontinua</b> Adolescencia temprana 10-14  Adolescencia tardía 15-19	
Sexo	Condición biológica que define el género.	Fenotipo.	Caracteres sexuales.	<b>Cualitativa-nominal.</b> Hombre Mujer	
Nivel de actividad física	Grado de movimiento corporal que exija gasto de energía.	Tiempo dedicado a realiza actividad física	Tiempo dedicado a realiza actividad física	<b>Cualitativa-ordinal</b> <b>Alto</b> Practica algún deporte <b>Medio</b> Realiza actividad física aparte de las horas de educación física. <b>Bajo</b> Realiza actividad física únicamente durante las horas de educación física	
	Kilómetros recorridos		Kilómetros recorridos	<b>Cualitativa</b>	
				Hombres	Mujeres

<b>Kilómetros recorridos en el Test de Cooper</b>	durante 12 minutos	Kilometro: medida de superficie que es igual a mil metros.	durante 12 minutos	<b>Excelente</b> 2,81km o mas <b>Bueno</b> 2.41- 2.80km Promedio 2 - 2,4km Pobre 1,99 o menos	<b>Excelente</b> <b>2,65km o mas</b> <b>Bueno</b> <b>2,17- 2,64</b> <b>Promedio</b> <b>1,85-2,16</b> <b>Pobre</b> <b>1,84 o menos</b>
<b>VO2max</b>	es el máximo transporte de oxígeno que nuestro organismo puede realizar en un minuto	Mililitros de oxígeno por kilogramos de peso en un minuto de actividad intensa	ml/kg/min	<b>Cualitativa ordinal</b> <b>Excelente</b> 51,6ml/kg/min o mas <b>Bueno</b> 42,6- 51.5 ml/kg/min <b>Promedio</b> 33.8- 42.5 ml/kg/min <b>Pobre</b> 33.7 ml/kg/min o menos	
<b>Frecuencia Cardíaca Máxima</b>	Número máximo de latidos del corazón en un minuto después de un esfuerzo máximo.	Pulso: expansión y contracción regular y repetitiva de una arteria provocada por la expulsión de sangre del ventrículo izquierdo del corazón	Latidos por minuto.	<b>Cuantitativa- discontinua.</b> Latidos por minuto.	

		cuando se contrae. (9)		
<b>Fórmula de Tanaka et al(2001)</b>	Fórmula para calcular la Frecuencia Cardíaca Máxima en adultos sanos.	$FCM = 208.75 - 0.73 * \text{edad}$	Latidos por minuto.	<b>Cuantitativa- continua.</b> Hombres Mujeres.

## Anexo N°7: Análisis URKUND.



### Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** Tesis revisar.docx (D26262937)  
**Submitted:** 2017-03-09 06:52:00  
**Submitted By:** mercyt@live.com  
**Significance:** 0 %

Sources included in the report:

Instances where selected sources appear:

0

□ **Anexo N°8: Fotografías**

Cancha donde se aplicó el test de Cooper



Medición de la cancha:



Calentamiento:





Test de Cooper:



Lema Guamán Mercy Teresa  
Vintimilla Espinoza Valeria Adriana